



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

經營學碩士 學位論文

IoT 기반 항만여객터미널  
모니터링시스템 운영모델에 관한 연구

*A Study on the Operating Model of the IoT-based  
Port Passenger Terminal Monitoring System*



2019年 2月

韓國海洋大學校 글로벌物流大學院

海運港灣物流學科

金才景

論文을 金才景의 經營學碩士 學位論文으로 認准함.

委員長 金 泰 均 印

委 員 李 章 世 印

委 員 張 明 熙 印



韓國海洋大學校 글로벌物流大學院  
海運港灣物流學科

## <목 차>

Abstract .....	v
<b>제1장 서 론</b> .....	<b>1</b>
제1절 연구의 필요성 및 목적 .....	1
제2절 연구의 방법 및 범위 .....	3
<b>제2장 이론적 배경</b> .....	<b>5</b>
제1절 사물인터넷(Internet of Things)의 개념 및 특성 .....	5
제2절 항만시설물의 정의와 유형 .....	26
제3절 선행연구 .....	33
<b>제3장 국내외 IoT 기반 모니터링시스템 구축 현황</b> .....	<b>42</b>
제1절 국외 IoT 기반 시설물 관리 사례 .....	42
제2절 국내 IoT 기반 시설물 관리 사례 .....	52
<b>제4장 부산항국제여객터미널의 IoT 기반 모니터링시스템</b> .....	<b>60</b>
제1절 부산항국제여객터미널 시설물 현황 및 문제점 .....	60
제2절 IoT 기반 모니터링시스템 운영모델 .....	69
제3절 IoT 기반 모니터링시스템 운영에 따른 효과 .....	83
<b>제5장 결 론</b> .....	<b>88</b>
제1절 연구의 요약 및 시사점 .....	88
제2절 연구의 한계점 및 향후 연구방향 .....	89
<b>&lt;참고문헌&gt;</b> .....	<b>91</b>

## <표 목 차>

<표 2-1> 인터넷 패러다임 변화.....	6
<표 2-2> IoT에 대한 주요 기관별 정의 .....	7
<표 2-3> 센서의 분류 .....	10
<표 2-4> IoT를 지원하는 유무선 통신기술 .....	15
<표 2-5> 빅데이터 처리 기술.....	21
<표 2-6> IoT를 활용한 분야별 응용사례 .....	23
<표 2-7> 주요 업체별 스마트홈 기기 서비스 출시현황 .....	24
<표 2-8> 공공시설물이 갖추어야할 기본적 구성요소 .....	27
<표 2-9> 공공시설물의 유형 .....	28
<표 2-10> 공공시설물 분류체계 .....	29
<표 2-11> 항만시설 및 운영시설의 구분 .....	30
<표 2-12> 항만시설의 구분.....	31
<표 2-13> 선행연구 요약.....	39
<표 4-1> 부산항국제여객터미널 시설면적.....	61
<표 4-2> 부산항국제여객터미널 선석현황.....	61
<표 4-3> 부산항국제여객터미널 시설현황 .....	62
<표 4-4> 2018년 9월 국제여객터미널 이용객 이용 현황.....	63
<표 4-5> 부산항국제여객터미널 상주기관 및 입주현황.....	67
<표 4-6> 부산항국제여객터미널 재난대응 흐름도 비교 .....	71
<표 4-7> 부산항국제여객터미널 주차장 흐름도 비교 .....	75
<표 4-8> 부산항국제여객터미널 수하물 흐름도 비교 .....	77
<표 4-9> 부산항국제여객터미널 수속과정 흐름도 비교 .....	79
<표 4-10> 부산항국제여객터미널 시설물 상태 확인 흐름도 비교 .....	82
<표 4-11> 부산항국제여객터미널 인원현황 .....	83

## <그림 목차>

<그림 2-1> 기술진보에 따른 패러다임 변화 .....	5
<그림 2-2> 사물인터넷 구성요소 .....	9
<그림 2-3> BLE 비콘 서비스 동작 원리 .....	13
<그림 2-4> IoT 서비스 기본계층 구조 .....	17
<그림 2-5> ETRI의 COMUS 플랫폼 .....	18
<그림 2-6> HANDYPIA 플랫폼 .....	19
<그림 2-7> 전세계 인구대비 연결기기 증가 추이 및 부가가치 창출비중 .....	22
<그림 3-1> 로테르담 항구의 IoT 기술 도식도 .....	43
<그림 3-2> AoT 아키텍처 .....	44
<그림 3-3> 샌프란시스코 SFPark, 몽고메리카운티의 IoT시스템 .....	46
<그림 3-4> 버추얼 싱가포르 추진단계 .....	47
<그림 3-5> 버추얼 싱가포르 역할 예시 .....	48
<그림 3-6> 일본의 사물인터넷 공공부문 적용 사례 .....	49
<그림 3-7> 독일의 스마트도로 .....	50
<그림 3-8> 스페인 바로셀로나의 스마트 주차 .....	51
<그림 3-9> 무선설비 중앙 관리 구성도 .....	53
<그림 3-10> IoT 무선설비 중앙 관리 .....	53
<그림 3-11> 설비중앙관리 설치 사례 .....	54
<그림 3-12> 무스마 통합안전 솔루션 OSS .....	55
<그림 3-13> 대구광역시 통합 재난안전 체계도 .....	57
<그림 3-14> 수서역 공기질관리 서비스 .....	59
<그림 4-1> 부산항국제여객터미널 선석도 .....	60
<그림 4-2> 부산항국제여객터미널 층별 안내도 .....	64
<그림 4-3> 부산항 재난신고 전파 기관 .....	65
<그림 4-4> 대형재난의 발생유형 구분 .....	66

<그림 4-5> 국제여객터미널 재난대응 모니터링시스템 .....	72
<그림 4-6> 국제여객터미널 주차장 모니터링시스템 .....	74
<그림 4-7> 국제여객터미널 수하물 모니터링시스템 .....	78
<그림 4-8> 국제여객터미널 서비스 정보제공 모니터링시스템 .....	80
<그림 4-9> 국제여객터미널 수속과정 모니터링시스템 .....	80
<그림 4-10> 국제여객터미널 시설물 상태 모니터링시스템 .....	81
<그림 4-11> 국제여객터미널 에너지 관리 모니터링시스템 .....	81



## Abstract

### *A Study on the Operating Model of the IoT-based Port Passenger Terminal Monitoring System*

*Kim, Jae Kyung*

*Department of Shipping & Port Logistics  
Graduate School of Global Logistics  
Korea Maritime And Ocean University  
(Directed by Professor Chang, Myung Hee)*

In the Fourth Industrial Revolution Generation, IoT-based technologies have been variously applied to global industrial fields. In the field of public facilities management such as park facilities, urban railways and airports, researches related to IoT technology have been actively carried out in order to cope with and prevent disasters and emergencies as well as establishing IoT infrastructure. There are few studies on the introduction of IoT in domestic port area and port terminal facilities. Therefore this study is conducted to suggest an operation model of IOT-based monitoring system and implications through case analysis of domestic and foreign IOT



application and current status of the Busan International Passenger Terminal and problem analysis.

Busan International Passenger Terminal is a leading business for the redevelopment of Busan North Port, where is a multipurpose facility that many users use. We considered that the IoT based monitoring system will be effective in introducing the Busan International Passenger Terminal. Thus, we selected the Busan International Passenger Terminal as study target. Currently, the Busan international passenger terminal is having difficulties in managing large facilities, lacking of immediate response system for disaster and emergency situation, inability to provide individual information according to the situation, and manage user flow.

In this study, IoT-based monitoring system operation model is suggested through analyzing the status and problems of the Busan International Passenger Terminal.

First, real-time disaster response monitoring system with IoT sensor is a model that enables quick and safe evacuation by providing information such as accurate disaster information and emergency evacuation route through smart device.

Second, parking lot with IoT-based monitoring system operation model provides various information such as parking lot location, parking space information, parking position and parking charge.

Third, the operation model of baggage monitoring system is to check the position of baggage by attaching IoT-based Bluetooth sensor or GPS tag.

It is a model for reducing baggage loading time and upgrading service.

Fourth, the service information monitoring system operation model

provides customized information when visiting the Busan International Passenger Terminal.

It also provides the necessary information in real time through the device according to the situation and purpose of the user.

Fifth, the facility status monitoring system operation model can check the status of the facilities in real time. It introduced IoT-based sensors to the facilities in order to deliver the status and the inspection time of the facilities to the manager in real time. It also can be automatically controlled to increase the energy saving effect. The improvement effects of the five IoT-based monitoring systems proposed in this study are as follows.

It can manage the Busan International Passenger Terminal efficiently by allocating manpower to large facilities. The real-time monitoring system can minimize the damage and speed up the response in the event of a disaster. Users get also provided with tailored information, which improves the quality of service.

The implication of this study is that the application of IoT-based technology to the Busan International Passenger Terminal which also has been applied to other port facilities in order to expand the application field of the fourth industry.

In addition, we suggested the theoretical background and alternatives to construct IoT based monitoring system to establish the basis of future research.

## 제1장 서론

### 제1절 연구의 필요성 및 목적

현재 우리 사회는 4차 산업혁명의 시대로 접어들면서 정보의 고도화, 산업의 자동화가 급속히 진행되고 있다. 여러 분야에서 4차 산업의 확산에 따라 사물인터넷이나 빅데이터, 블록체인 등의 기술이 빠른 속도로 적용되고 있으며 산업현장의 적용 사례도 증가하고 있다. 해운항만분야에 있어서도 4차 산업의 기술 도입이 시도되고는 있지만, 그 진행이 미흡하며 걸음마 단계다. 아직은 4차 산업에 대한 해운항만분야의 연구나 적용사례는 부족한 것이 현실이나 이는 앞으로 도입될 부분이 많다는 것을 의미하며 그에 따른 발전가능성도 그만큼 크다고 볼 수 있다. 4차 산업혁명은 인공 지능, 사물인터넷, 빅데이터, 디바이스 등 첨단 IT 기술이 경제 및 사회 전반에 접목되어 혁신적인 변화가 나타나는 새로운 혁명이다. 인공 지능(Artificial Intelligence), 사물 인터넷(Internet of Things), 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 디바이스 등 4차 산업혁명 기술이 기존 산업과 서비스에 적용되거나 3D 프린팅, 로봇공학, 생명공학, 나노기술 등 새로운 여러 분야의 신기술과 결합되어 현실 세계 사물 및 서비스를 네트워크로 연결하고 사물을 지능화한다. 제4차 산업혁명은 모든 것이 연결되어 있고 모든 사물이 지능화 되는 것을 특징으로 하기 때문에 기존 산업혁명보다 더 적용 범위가 넓고 변화의 속도도 더 빨라 사회·경제적으로 더 크게 영향을 미친다. ‘제4차 산업혁명’ 용어는 정보통신 기반의 새로운 산업 시대를 나타내는 용어로 2016년 세계 경제 포럼(WEF: World Economic Forum)에서 언급되었다. 컴퓨터와 인터넷의 보급으로 대표되는 제3차 산업혁명에서 한 단계 더 진보한 혁명으로도 일컬어진다(한국 정보통신기술협회 용어사전).

4차 산업혁명의 가장 핵심기술이 바로 사물인터넷(IoT)이다. 정보통신 기술의 발전에 따라 사람과 사물, 사물과 사물 간에 서로 연결되어 있고

서로가 정보를 교환함으로써 정보의 소유가 아닌 공유의 개념으로 변화하며 공유된 정보를 통해 빅데이터를 활용 및 AI의 분석이 이루어지며 IoT와 블록체인 기술의 연계로 정보가 다시 공유되고 보급되는 시대가 열리는 것이다. 이러한 4차 산업혁명에 따라 산업의 발전 방향 및 관리 방법에 변화가 요구되고 있고 그에 부응하기 위해 IoT 기반의 기술이 여러 산업 분야에 활용되고 있다. 서두에서 언급한 것과 같이 이러한 시대적 흐름에도 불구하고 해운항만 분야에는 신기술 도입에 대한 항만 조직 문화의 폐쇄성으로 인해 아직 IoT 기반 기술을 활용한 연구와 활용이 미비한 실정이다. 우리나라의 대표적인 항구도시 부산은 해운항만 도시로서 끊임없이 문화와 물류, 사람들의 교류가 이루어지고 항만시설을 보유하고 있는 지역적 특수성을 가지고 있어 IoT 기술을 활용할 수 있는 분야가 많다. 그 중 부산항여객터미널은 많은 사람들이 이용하는 공공의 다중이용시설로서 서비스산업, 물류산업 등이 복합적으로 이루어지는 복합 산업공간이다. 이러한 다중이용시설을 관리함에 있어 관리하는 범위가 넓고 노후화된 시설이 다수를 차지하며 항만이라는 특수성으로 바다와 근접해 보안의 위험에 노출된 범위가 넓어 신기술의 도입 없이 인력만으로 관리하기에는 관리상의 어려움이 있다. 그러므로 IoT 기반 기술이 항만시설물과 결합하게 된다면 항만의 안전성과 관리의 효율성이 높아질 것이다. 부산의 해상교통 수단의 관문인 여객터미널(국제여객터미널, 연안여객터미널, 크루즈터미널)은 부산의 대표적인 항만시설이며 공공시설물로 이용고객의 안전과 질 높은 서비스 제공이 중요한 시설물이다. 하지만 이러한 터미널 시설물을 관리함에 있어도 위에서 언급했듯이 그 관리범위가 넓고 인력이 접근할 수 있는 구역에 한계가 있어 인력만으로는 모든 시설의 동시적인 모니터링이 어렵고 파손 여부에 따른 즉각적인 조치를 취하기가 어렵다. 그에 따른 이용객의 불편과 비효율적인 관리로 인한 안전사고의 위험은 불가피하다. 따라서 IoT 기술이 기반이 되어 모니터링을 할 수 있는 시스템이 반드시 필요하다.

기존 선행연구를 살펴보면 왕이광(2015), 서상문(2017), 유지송(2015),

노수성(2014) 등의 연구에서는 이용객들이 많이 이용하는 공공시설물(공원, 도시철도 등)을 대상으로 IoT 기술을 접목시킨 연구가 다수 이루어졌다. 그리고 윤진(2017), 이충산(2016), 김재호(2014), 명승일 외(2018) 등의 연구에서는 특정 분야(소방이나 주차관리 등)에 IoT 기술을 접목시킨 연구도 이루어지고 있다.

이러한 선행연구를 바탕으로 불특정 다수의 이용객들이 함께 이용하는 공공시설물이라는 보편성과 향만이라는 특수성을 더하여 논문을 차별화시키고 이를 통한 이용객들의 안전과 효율적인 향만관리를 위해서는 향만시설에 IoT 기반 기술이 필요하다는 것을 부각하고 그에 따라 IoT 기술을 접목한 모니터링시스템 운영모형을 연구하고자 한다.

따라서 본 연구 목적은 다음과 같다

첫째, IoT 관련 문헌과 선행연구를 살펴보고자 한다. 또한 국내외 공공시설물에 IoT 기반 기술이 활용되고 있는 사례를 분석한다.

둘째, 현재 부산항국제여객터미널의 시설물 관리에 있어서 그 해결책으로 IoT 기반 모니터링시스템 운영모형을 제시하고자 한다.

셋째, 개발된 IoT 기반 시설물 모니터링시스템을 통하여 부산항 시설물 관리 방안을 제시하고자 한다.

## 제2절 연구의 방법 및 범위

연구의 목적을 달성하기 위하여 본 연구에서는 먼저 이론연구와 사례분석 연구방법론을 사용하였다. 이론연구와 사례분석을 통하여 부산항국제여객터미널 모니터링시스템 개발을 위한 운영모형을 제시하였다. 국내외 IoT 기반 공공시설물 관리 사례를 분석하고 IoT 관련 문헌을 종합적으로 검토하여 이를 바탕으로 부산항국제여객터미널의 문제점을 진단하고 문제점 진단을 통하여 부산항국제여객터미널을 관리함에 있어 IoT 기술의 효율성과 함께 기대되는 성과가 무엇인지를 확인하고, 부산항국제여객터미널의 IoT 기반 모니터링시스템 운영모형을 통하여 효율적인

관리 방안을 제시하였다.

연구의 범위는 항만시설 중에서 부산항국제여객터미널을 대상으로 한정하였다. 그 이유는 첫째, 부산 북항 재개발의 선도 사업으로 지어져 상징성이 크고 둘째, 이용객 수가 2017년 기준 연간 140만 명 이상이 이용하였고 2015년 8월 개장 이후 매월 평균 10만 명 이상의 이용객들이 이용하는 시설로 모니터링시스템 도입에 따른 이용객들에게 제공되는 서비스 개선 효과가 크다. 셋째, 대형화된 건물의 관리를 위하여 IoT 기반 모니터링시스템의 활용도가 다양하고 효율성이 높아 부산항국제여객터미널을 연구 대상으로 한정하였다.

본 논문은 총 5장으로 구성되어 있고 내용은 다음과 같다.

제1장에서는 연구의 목적과 필요성, 그리고 연구의 범위와 방법에 관해 기술하여 전체 연구의 내용을 설명하였다. 제2장에서는 IoT 관련 이론적 배경으로 연구의 필요성과 중요성을 제시하기 위하여 IoT 관련 개념과 특징, 공공시설물 및 항만시설의 유형과 기능을 살펴보았다.

제3장에서는 IoT 기반 선행연구 및 IoT 기술을 활용한 시설물 관리 모니터링시스템 도입 사례를 분석하였다. 제4장에서는 부산항국제여객터미널의 IoT 기반 모니터링시스템 운영모델을 개발하기 위하여 먼저 현재 상황에 대한 As-Is 분석을 통하여 문제점을 진단하고 해결방안으로서 IoT 기술을 적용한 To-Be 설계를 하였다. 개발된 IoT 기반 모니터링시스템 운영모델을 부산항국제여객터미널에 적용해 현재와 비교하여 관리 부문의 개선방안을 도출하였다. 제5장에서는 본 연구의 결론으로 연구의 요약과 시사점을 기술하였다. 또한 본 연구의 한계점과 향후 연구 방향을 제시하였다.



## 제2장 이론적 배경

### 제1절 사물인터넷(Internet of Things)의 개념 및 특성

#### 1. IoT의 정의 및 구성요소

과거부터 현재에 이르기까지 기술의 진보에 따라 산업의 패러다임이 변화하고 있다. 산업혁명은 새롭게 개발되어 나타난 기술 혁신을 통해 구현되고 나타난다. 18세기 증기기관의 발명으로 시작된 산업혁명은 전기와 대량생산체제의 구축을 통하여 2차 산업혁명이 나타났다. 2차 산업혁명의 하드웨어적인 기술 발전에서 컴퓨터와 인터넷을 기반으로 한 디지털 기술의 발전에 따라 3차 산업혁명은 소프트웨어 기술혁명으로 부각된다. 4차 산업혁명은 소프트웨어를 기반으로 한 기술이 사람, 사물, 공간을 연결하고 융합을 통하여 사물이 지능을 가지는 제4차 산업혁명으로 발전하였다. 사물이 지능을 가지는 시대에 핵심 기술이 IoT 기술이다.



자료 : 한국정보통신기술협회 용어사전, <http://terms.tta.or.kr/dictionary>

<그림 2-1> 기술진보에 따른 패러다임의 변화

4차 산업혁명은 인터넷 패러다임의 변화와 함께 나타나게 된다. 인터넷 1.0시대에는 컴퓨터로 인터넷을 하는 시대로 인터넷 포털과 인터넷

뱅킹과 같이 컴퓨터를 통해 정보를 교환하는 시대이다. 이는 스마트폰의 보급과 함께 인터넷 2.0으로 발전하였고 인터넷 3.0은 사람과 사물, 사물과 사물이 서로 연결된 초연결사회로 사물이 지능을 가지는 시대로 4차 산업혁명은 인터넷 3.0의 패러다임 변화로 나타났다(윤진, 2017).

<표 2-1> 인터넷 패러다임 변화

구분		인터넷 1.0		인터넷 2.0	인터넷 3.0
주도	H/W	컴퓨터 통신		스마트폰 통신	사물과 사물 사람과 사물
	S/W	기반 응용	Linux Windows Explorer Netscape	Android, ios  페이스북, 카카오톡	다양한 응용 S/W
신서비스		인터넷 포털/뱅킹, 전자정부		IPTV, SNS, 모바일앱	스마트홈, 스마트카 등
패러다임		정보화		스마트	초연결

자료 : 윤진(2017), “소방시스템의 IoT 기술적용에 따른 성과분석 연구”, 서울시립대학교 석사학위논문, p. 6.

인터넷 패러다임의 변화와 함께 4차 산업혁명의 핵심 기술 중 하나인 IoT(Internet of Things)는 세상에 존재하는 유·무형의 객체들이 다양한 방식으로 서로 연결되어 기존에 제공하지 못했던 새로운 서비스를 제공하는 것을 말한다. IoT라는 용어는 1999년 MIT Auto-ID-Center의 케빈 어쉬턴(Kevin Ashton)이 최초로 사용하였으며 ITU, 3GPP, IFFF, IETF와 같은 여러 표준화 단체에서는 IoT가 “사물이나 디바이스가 인터넷에 연결되면서 추가적인 가치를 사용자에게 제공할 수 있는 기술”이라고 정의하였고 또는 상황판단 및 학습능력 등 기능이 있는 디바이스 간의 네트워크를 인터넷과 같은 거대한 망에 연결하여 서로 통신을 통하여 연결되어 새롭고 유용한 가치를 지닌 서비스를 제공하기 위한 기술이라고 통칭하였다.

위에서 언급했듯이 IoT는 새로운 산업의 신기술로써 그 개념을 더욱



폭넓게 이해하기 위해서는 다양하게 정의되는 주요 기관들의 IoT 개념들을 살펴보는 것은 도움이 되고 필요한 일이다. ITU GSI는 이러한 IoT에 대해 더욱 광의적인 개념을 도입하여 IoT를 “상호 호환 가능한 정보와 통신기술을 통해 진보된 서비스의 제공을 가능하게 하는 정보 사회의 글로벌 인프라”로서 정의하고 있다. 글로벌 표준기관 및 연구단체에서 이러한 광의의 개념과 더불어 IoT에 대한 다양한 정의들이 제시되었으며 또한 D2D, M2M 등의 기술들이 IoT의 구현을 위한 밀접한 연관성을 가지는 기술로써 언급되고 있다. 아래 <표 2-2>는 IoT의 다양한 정의들과 M2M, D2D 등에 대한 기술적 정의를 요약함으로써 IoT의 정의 간에 존재하는 유사성과 차이점을 보여준다(김선구, 2016).

<표 2-2> IoT에 대한 주요 기관별 정의

기관	용어	정의
유럽통신표준기구(ETSI)	M2M	사람의 개입 없이 사물 간의 통신하는 것
전기전자기술자협회(IEEE)	M2M	사람의 개입 없이 사물에 연결된 통신국을 통한 정보 교환
국제전기통신연합(ITU)	IoT	통신기술을 바탕으로 물리적, 가상적 사물들이 상호 통신을 하는 것
국제인터넷 표준화 기구	IoT	표준통신규약에 따라 통신 접속 주소를 가진 사물들 사이에 이루어지는 통신
3GPP	D2D	기기 간(Device to Device) 기술은 망(Network)을 거치지 않고 근접에서 서로 다른 기기 간의 통신을 지원하는 기술
방송통신위원회(2009)	IoT	(협의 개념) 기계 간의 통신 및 사람이 작동하는 디바이스와 기계 간의 통신 (광의 개념) 통신과 ICT 기술을 접목하여 원격지의 사물 정보를 확인할 수 있는 솔루션
방송통신위원회(2012)	IoT	인터넷에 연결된 사물이 사람의 개입 없이 지능적으로 정보를 수집, 가공, 처리하는 통신/기술 인프라
미래창조과학부(2013)	IoT	ICT 기반으로 모든 사물을 연결 사람과 사물, 사물과 사물 간에 정보를 교류 상호 소통하는 지능형 인프라 및 서비스 기술
한국정보통신기술인협회(TTA)	IoT	환경이나 사물 그 자체가 지능화 사람과 사물, 사물과 사물 간에 통신을 할 수 있는 사물 통신(M2M)의 개념을 인터넷 확장 사물은 물론, 현실과 가상 세계의 모든 정보와 상호작용하는 개념

자료 : 주대영, 김중기(2014), 김선구(2016), 방송통신위원회(2009, 2012), 미래창조과학부(2013), 한국정보통신기술인협회(2018), 재구성.

위에서 언급한 정의들에서 살펴보면 IoT 기술에는 몇 가지 공통요소를 확인할 수 있다. 사물, 네트워크, 서비스이다. 따라서 사물인터넷은 인간과 사물, 서비스 세 가지 요소를 같은 공간 안에서 사물이 지능을 가지고 서로 유기적으로 연결하여 센싱 기술, 네트워킹, 정보처리를 통해 새로운 가치 및 서비스를 제공하는 것이라고 정의할 수 있다.

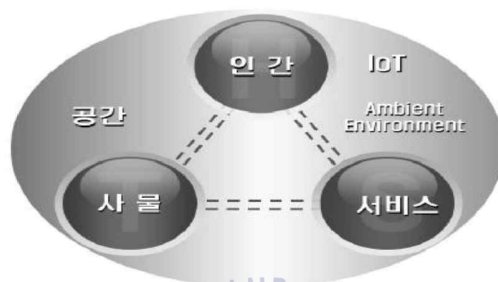
왕이팡(2014)의 연구에서는 IoT 기술의 각 요소의 역할을 인간으로 비유하여 센서는 주위의 상황을 반영하여 정보를 수집할 수 있는 오감의 역할을 하고, 수집한 결과를 전달하는 네트워크는 신경회로이며, 정보 데이터를 보관하는 클라우드는 기억이고, 보관한 정보를 분석하여 활용한 판단 방식인 빅데이터 분석은 뇌에 비유하였다. 종합하여 사물인터넷의 공통된 구성요소들을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 주체적으로 정보를 수집하고 이를 전송함으로써 생산적인 행위를 할 수 있는 사물을 구성요소로 들 수 있다. 정보를 스스로 수집하는 데이터 생성기능은 주위 환경 및 물리적 변화를 측정하는 것부터 시작해서 수집된 정보를 통해 사용자 및 사물의 다양한 활동에서 발생하는 데이터를 사물 자체적 정보 혹은 사물과 연결된 다른 또 다른 사물을 제어할 수 있다. 이렇게 수집된 데이터나 정보를 문장, 청각, 시각 등으로 표출할 수 있으며, 네트워크 기능이 추가되어 데이터나 제어정보를 송수신을 통하여 새로운 가치를 창출할 때 IoT로서의 역할을 한다.

둘째, 사물과 사물, 사람과 사물과의 네트워크를 통해 연결되어 있다. 각 사물은 고유한 IP를 부여받거나 블루투스 통신을 통해 특정 사물과 신호를 주고받을 수 있다. 사물인터넷의 연결은 유무선으로 연결할 수 있고 하나의 센서가 아닌 복합 센서로도 소통할 수 있다.

셋째, IoT는 네트워크의 연결 및 사물간의 통신으로 제공되는 유용한 정보를 통해 가치 창출하여 새로운 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 수집된 정보는 각 상황이나 용도에 맞게 처리, 변환되어 프로그램이나 애플리케이션을 통해 사용자에게 필요한 정보를 제공하고 IoT통해 수집된 정보의 처리가 어느 정도의 역할을 하느냐에 따라 정보의 가치는 달라진

다. 다시 말해 수집된 정보가 사회 전반적으로 유용한 정보라 하더라도 정보처리를 통해 가치를 창출하지 못한다면 의미가 없는 것이다. 이러한 사물인터넷은 시간이 지남에 따라 정보를 축적하게 되고 상황에 따라 학습하게 된다. 이는 빅데이터로 활용되고 이후 동일한 패턴이 발생 시 자동으로 기능을 제어하게 되어 IoT의 역할을 수행한다(윤진, 2017).



자료 : 민경식(2013), “사물인터넷(Internet of Thing)”, NETTerm, p. 32.

<그림 2-2> 사물인터넷 구성요소

## 2. IoT 주요 기술

사물인터넷 주요 기술은 센싱기술, 네트워크 인프라 기술, 유·무선 통신기술, 서비스 인터페이스 기술, 빅데이터 처리 기술로 구성되어있다. 각 기술의 기능 및 특성은 다음과 같다.

### 1) 센싱 기술

센싱은 사물이나 주위환경에 변화를 감지하는 장치를 부착하여 상태 정보요소인 습도, 온도, 가스, 열, 초음파 등으로부터 전자파 흡수율, 원격감지, 위치, 레이더, 영상 등의 주위 환경과 사물의 변화를 감지하는 정보를 획득하고 실시간으로 사용자 및 다른 사물에 전달하는 핵심 기술이다. 센서는 원격감지, 위치, 영상, 레이더, 모션 등의 센서와 센서를 통

해 주위 환경의 정보를 획득할 수 있는 물리적 기기를 말한다. 센서의 구성은 센서부와 신호처리부, 제어부로 나뉜다. 센서부는 기본적으로 정보를 감지하고 이후 신호처리부에서 개별적으로 아날로그나 디지털 등의 전기적 신호로 변환하면 제어부에서 이런 전기적 신호를 소프트웨어를 활용해 고급 정보를 얻거나 다른 디바이스와 연결하여 구동하게 된다(김창수, 2014).

센서는 감지대상, 감지방식, 집적도, 구현기술, 적용분야의 분류 기준에 따라 구분될 수 있다. 주변 환경의 정보를 전기적으로 정보 전환하는 변환원리에 따라 분류하면 압력 및 가속도 등의 물리 센서와 CIS, IR, 조도 등의 광 센서, CO<sub>2</sub>와 NO<sub>x</sub>, pH 등의 화학 센서, DNA와 단백질 등의 바이오 센서가 있다. 감지 방식에 따라 저항형 센서, 용량형 센서, 광학식 센서, 자기식 센서 등이 있으며 집적도에 따라 단순 센서, 전자식 센서, 디지털 센서, 지능형 센서가 있다. 구현 기술에 따라 반도체 센서, MEMS 센서, 나노 센서, 융복합 센서, 적용 분야에 따라 다양하게 분류할 수 있다. 따라서 분류 기준에 따라 센서의 종류를 나타내면 아래 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 센서의 분류

구 분	센서 종류
감지대상별	물리센서(압력 및 가속도 등), 광센서(CIS, IR, 조도 등), 화학 센서(CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , pH), 바이오센서(DNA, 단백질 등)
감지방식별	저항형센서, 용량형센서, 광학식센서, 자기식센서 등
구현기술별	반도체센서, MEMS 센서, 나노센서, 융복합센서
집적도별	단순센서, 디지털센서, 전자식센서, 지능형센서
적용 분야별	자동차용, 모바일용, 가전용, 환경용, 의료용, 산업용, 국방용, 우주용

자료 : 이대훈(2015), “IoT 시대를 촉진하는 스마트센서”, SK 주식회사, <http://skccblog.tistory.com/2177>.

센서 기술은 사회적 필요성과 요구에 따라 발전했다. 기존의 산업용 센서는 크기에 상관없이 특정 기능만 구현했다. 하지만 4차 산업명시대의 사물간 통신기술의 발달로 초소형의 센서가 요구되고 있다. 이는 센서의 집적화를 통하여 하나의 칩으로 동시에 여러 가지를 구현하거나 두 가지 센서를 하나의 센서에 통합하는 융복합 센서(Combo, Multi)로 발전했다. 이러한 융복합 센서는 표준화 인터페이스와 정보 처리 능력을 내장한 기능도 포함되고 있다. 기존의 독립적이고 개별적인 센서보다 발전한 다분야 센서 기술을 사용하기 때문에 지능적이고 고차원적인 정보를 생산할 수 있다. 그에 따라 최근 센서 기술은 기능이 단순하고 정밀도가 낮으며 사용이 불편한 이전 센서보다 센싱소자와 신호처리가 결합하여 데이터 처리, 자동보정 자가진단, 의사결정 기능을 수행하는 소량, 경량, 고성능, 다기능, 고 편의성, 고부가가치의 센서로 표준화된 인터페이스 플랫폼과 정보 처리 모듈을 내장한 스마트 센서로 발전하고 있으며, 검출한 데이터에서 특정 정보를 추출하는 가상 센싱 기능을 이용하여 IoT 서비스 플랫폼에 적용되고 있다.

김선구(2016)에 따르면 정보처리 능력을 내장하여 사람의 오감 기능처럼 센서가 상황을 감지하여 정보를 센서 노드에서 일부 처리하거나 무선 네트워크망을 통해 정보를 전달시켜주는 운영체제를 가지고 있는 것을 스마트 센서라고 한다. 스마트 센서에 사용되는 센서 노드들의 통신반경은 1m~10m이며, 센서 노드들이 연결되어있는 네트워크를 센서 네트워크라고 한다. 센서 네트워크를 구현하기 위해서는 개별 사물간에 고유한 식별체계와 주소체계를 인식시켜야 한다. 현재 시멘틱 URI 기반 식별 체계가 많이 사용되고 있지만, 최근 IP주소에 대한 수요가 점차 증가하여 기존 32bit인 IPv4 체계로는 증가하는 사물들의 주소를 모두 할당하기 어려워 128bit인 IPv6 체계로 이동하고 있다. 또한, 사물들이 운영되기 위해서는 지속적인 에너지 공급이 필요하며 태양에너지 등의 지속가능한 에너지를 통해 에너지 효율을 높이거나 저전력 에너지 운영체제를 사용하여 에너지 소모를 낮추는 방식도 활용되고 있다.

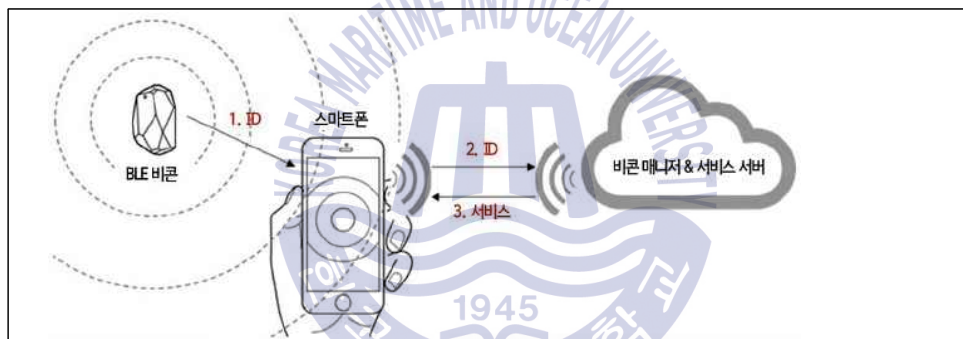
센싱기술 관련 국내외 동향은 90년대 후반부터 RFID/USN 기술, 센서의 소형화, 저전력 기술 등의 개발과 센서들을 이용한 환경 데이터의 수집 및 관리 등에 관한 연구가 진행되어 왔다. 최고의 센서 기술을 보유한 미국, 일본, 독일 등을 중심으로 스마트 센서에 대한 연구가 활발히 진행 중이며 특히, 반도체·MEMS 등의 첨단 제조기술이 접목되며 다양한 기능과 복합적인 센서의 개발이 활발히 진행 중이다. 국내는 선진국 대비 센서 핵심 기술의 수준이 55.8%로 매우 낮은 수준이며, 스마트센서의 경우는 낮은 기술력과 연구 개발의 미비로 인해 약 80% 이상의 국내 수요의 대부분을 수입에 의존하고 있다. 미국에서는 세계 최초로 무인자동차 허용법안을 제정('12.10.)하였고, 원격의료법 시행('09.01.) 등 법·제도 마련을 통한 신사업을 집중적으로 육성하여 추진 중이며, 유럽에서는 스마트센서 분야를 국가 핵심산업으로 집중적으로 육성하기 위해 원천기술, 자본, 설비, 인력 등 성장 인프라에 대한 투자 지원정책을 추진하고 있다. 일본의 경우 신성장동력 창출원으로서 인간 중심의 스마트센서 정책 전개 및 스마트센서를 통해 고령화 및 의료인력 부족에서 발생하는 각종 문제를 해결하기 위해 'I-japan 2015'의 일환으로 의료개혁을 추진 중이다(이승민, 2017).

김창수(2014)에 따르면 센서 기술의 향후 관심사는 센서와 회로, 시스템 기술로 살펴볼 수 있다. 먼저 센서는 감지방식과 감지구조가 핵심이며 소형화(MEMS 센서), 저전력화(나노 센서), 고성능화(광/전자 센서, 기계/전기식), 다기능화(복합 센서)가 주요 관심사이다. 회로기술은 신호를 더 깨끗하게 추출하기 위해 저잡음화, 소형화 저전력화, 디지털화, 지능화가 주요 이슈이며 시스템 분야는 소형화와 대량생산화 등의 패키지 분야의 관심이 크다. 특히 나노 기술이 접목되면서 급격히 소형화 및 멀티 센서로 진행될 것으로 예측하였다. 이러한 센싱 기술을 활용하면 다양한 분야에 적용을 할 수 있다.

IoT 센싱기술에 있어 가장 활용도가 높고 효율성을 높일 수 있는 기술 중 하나가 바로 비콘(Beacon)이다. 비콘이란 저전력 블루투스(BLE :



Bluetooth Low Energy)를 이용한 근거리 통신기술로 사물인터넷의 중요 기술 중 하나이다. 원래는 ‘등대’를 뜻하는 단어로, 끊임없이 신호를 쏘아 준다고 해서 이 같은 이름이 붙었다. 비콘 기술은 이미 있었지만 최근 다시 주목을 받는 이유는 블루투스 4.0 버전인 BLE덕분이다. 이전 블루투스는 전력 소모량과 동시 연결가능기기 수에 제한이 있었지만 블루투스 4.0은 이를 획기적으로 개선했다. 동전모양의 배터리 하나로 1년 이상 사용할 수 있을 만큼 배터리 소모량이 적고, 연결가능기기 대수에 제한이 없다(김영표, 2016). 또한 실내에서는 비콘을 통한 위치 파악이 GPS보다 정교한 장점이 있어 실내 위치기반 서비스에 많은 활용도가 높다. 비콘에 온도센서, 모션센서, 가속력센서 등 다양한 센서와 결합하여 제작이 가능하여 다양한 산업에 서비스를 활용할 수 있다.



자료 : 김영주(2014), “비콘, 위기의 오프라인 시장을 구하라”LG CNS 블로그, <https://blog.lgcns.com/565>.

<그림 2-3> BLE 비콘 서비스 동작 원리

## 2) 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술

유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술은 인간, 사물, 서비스 등의 분산된 IoT 구성요소들을 서로 연결해주는 것으로 각 요소간의 식별을 위하여 IP를 제공하거나 무선통신 모듈을 탑재하는 방식으로 구현되며 유무선 통신 네트워크는 WiFi, 3G/4G/5G, Bluetooth, WPAN, Ethernet,

BcN, Microwave, 위성 통신, 시리얼 통신, PLC 등의 거의 모든 상용화 네트워크를 이용할 수 있다. IoT에 적합한 네트워크 기술은 비용 및 관리면에서 무선통신이 적합하며 현재는 RFID, 블루투스, ZigBee, NFC, 와이파이, LTE-A 등이 근·원거리 무선통신에 사용되고 있다. 4세대 통신망인 LTE 기술로 인하여 무선 통신망도 유선 인터넷 수준 이상의 고속인터넷이 가능해졌다. 네트워크 기술은 센서가 수집하는 데이터들을 3G, 4G, LTE, BcN, 위성 등의 유무선 네트워크를 통해 정보를 교환하거나 WPAN(WiFi-Direct, Bluetooth, RFID/NFC 등)을 통해 정보를 독립적이고 직접적으로 전달이 가능하다. 대표적으로 블루투스, RFID, ZigBee와 같은 비 IP WPAN 기술과 IP와 연동하기 위한 6LoWPAN과 RoLL 기술이 연구되고 있다(김선구, 2016).

그러나 IoT의 확산에 따른 네트워크 사용량이 증가하고 그에 따른 트래픽이 발생하면 효율적인 트래픽 처리를 위한 소프트웨어 정의 네트워크(SDN)가 대체 인터넷망이 될 것으로 예상하고 있다. SDN은 Software Defined Network의 약자로 차세대 네트워크 기술로 소프트웨어의 프로그래밍을 통해 네트워크 경로 설정과 제어 및 복잡한 운용관리를 편리하게 처리할 수 있는 기술을 말한다. 최근 사물인터넷에서 다양한 대역폭의 활용과 저전력이 중요한 요인으로 부각되면서 4세대 블루투스 기술인 BLE와 지그비(Zigbee) 등과 같은 무선 네트워크 기술을 활용하려는 움직임이 활발히 이루어지고 있으며, 다양한 네트워크 기술을 효과적으로 활용하기 위하여 네트워크의 융합화를 위한 여러 방안이 고려되고 있다. 현재 상용화 되고 있는 HetNet(Heterogeneous Network)은 사람들이 몰리는 곳이나 기지국의 전파가 약한 곳에 펌토셀(Femtocell)과 원격무선 장비(Radio Remote Hend)등 작은 기지국을 추가로 설치하여 통신 품질을 강화한 네트워크이다. 또한 복수의 네트워크를 융합하여 이용함에 있어 시스템 운용의 안정성 확보차원에서 네트워크의 융합화가 다양하게 고려되고 이를 통한 새로운 개념의 네트워크 인프라가 개발될 것이라고 기대하고 있다.



국외 AT&T, Verizon, Sprint 등과 국내 SKT, KT, LG유플러스 등 국내외 통신사에서는 기본적인 유무선 네트워크를 기반으로 전문적인 M2M 서비스 제품을 개발하고 있다. IBM사는 사물끼리의 일관된 정보 전달 방법을 위하여 기존의 HTTP를 대체할 MQTT 프로토콜을 제시하였다. 이 프로토콜은 국제 민간 표준 기구인 OASIS에 2014년 표준 규약으로 제정되었다. 그 외에 CoAP는 웹 서비스를 구현할 때 TCP, HTTP와 같은 무거운 통신 프로토콜보다는 인터넷에서 센서 노드와 같이 제한된 컴퓨팅 성능을 갖는 디바이스 간 통신을 실현하기 위해 IETF의 CoRE 워킹 그룹에서 만들고 있는 응용계층 표준 프로토콜로 웹 서비스를 할 수 있는 가벼운 프로토콜이다. 국내 통신사에서는 2015년 3월 세계 최대 모바일 전시회 ‘모바일 월드 콩그레스’(MWC)에서 SKT는 5G 네트워크를 제시하여 사물인터넷, 위치기반, 인텔리전스 등의 다양한 서비스 플랫폼을 공개하였고, KT는 ‘5G 시대의 라이프 이노베이션’이라는 주제로 공연장이나 도심 등의 무선 트래픽 밀집 지역과 셀 경계 지역에서 끊임 없는 차세대 무선 네트워크 기술, 기존 무선인터넷(WiFi) 주파수 대역을 엘티에(LTE)에 활용하는 기술, 9개 주파수 대역을 묶어 1Gbps의 속도를 구현하는 ‘9밴드 CA’ 등 5G의 기반이 될 신기술 등을 공개하였다(김선구, 2016).

<표 2-4> IoT를 지원하는 유무선 통신기술

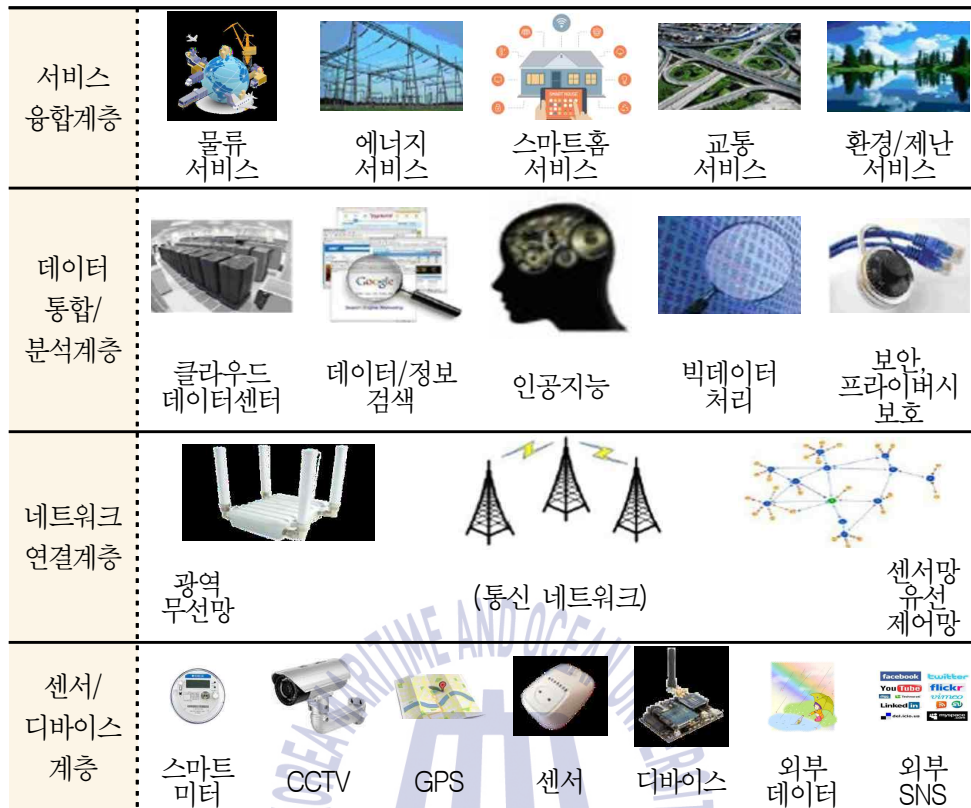
구분	세부기술
유선통신	PLC(Power Line Communication), 이더넷(Ethernet), 산업이더넷(Industrial Ethernet)
이동통신	3G/4G/LTE, GSM/GPRS/EDGE, CDMA/EV-DO, 위성통신
무선랜	와이파이(Wi-Fi), IEEE 802.11, 와이브로(Wibro)
무선랜	블루투스(Bluetooth), NFC, RFID, 지그비(Zigbee)

자료 : 윤진(2017), “소방시스템의 IoT 기술적용에 따른 성과분석 연구”, 서울시립대학교 석사학위논문, p. 15.

### 3) 서비스 인터페이스 기술

IoT 서비스 인터페이스는 IoT의 3대 구성요소인 인간, 사물, 서비스를 특정 기능을 수행하는 응용서비스와 연동하는 역할을 한다. 서비스 플랫폼은 IoT를 통해 어떤 특정 기능의 서비스(저장, 처리, 변환 등)를 수행하는 사물 간의 연동을 담당하고 있다. IoT 서비스 인터페이스는 네트워크 인터페이스의 개념이 아니라 정보를 센싱, 가공/추출/처리, 저장, 판단, 상황인식, 인지, 보안/프라이버시 보호, 인증/인가, 디스커버리, 객체정형화, 온톨로지 기반의 시맨틱, 웹서비스 기술, 소셜네트워크 등 서비스 제공을 위해 인터페이스(저장, 처리, 변환 등)의 역할을 수행한다(김선구, 2016). 정리하면 물리적 기반의 통신 네트워크를 원활히 연결하고 표현할 수 있는 운영체제이며 사물 간에 인터넷을 통하여 정보를 주고받는 기술 표준과 각종 애플리케이션의 핵심 기술이 구현된 것이 IoT 서비스 인터페이스이다.

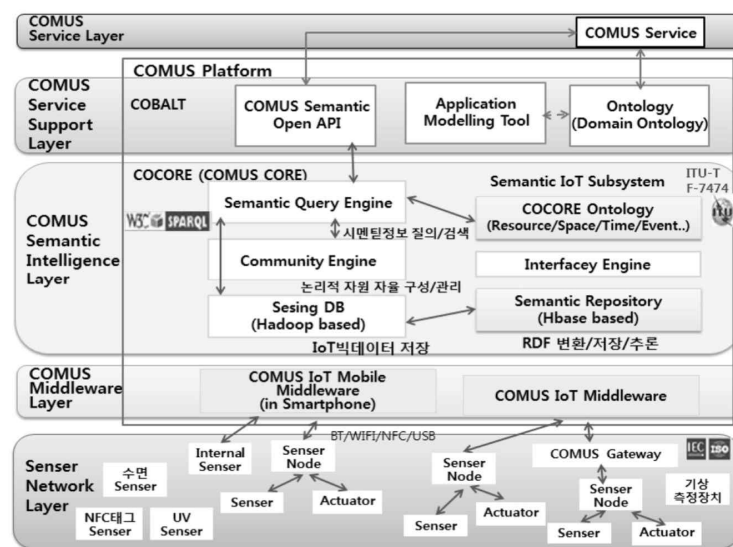
<그림 2-4>는 IoT 서비스의 기본 계층 구조를 나타내며 센서/디바이스 계층, 네트워크 연결 계층, 데이터 통합 분석 계층, 서비스 융합 계층으로 분류하고 있다. 서비스 플랫폼의 환경은 서비스 융합 계층에서 사물인터넷 서비스를 개발 시 사람들이 필요로 하는 기능을 사용하기 쉽게 제공해야 하며, 확장성을 고려하여 저개발 비용으로 다양한 서비스를 만들 수 있도록 편의를 제공해줘야 한다. 이러한 역할을 수행하기 위해서는 각각의 사물이 센서를 통해 식별이 가능하여야 하고, 사물들의 상태를 모니터링을 통하여 정보를 이용할 수 있도록 사용자에게 새로운 서비스로 제공되어야 한다.



자료 : 김호원 (2018), “사물인터넷 기술 소개”, 부산항만공사 강의자료.

<그림 2-4> IoT 서비스 기본 계층 구조

<그림 2-5>는 ETRI에서 개발한 개방형 시맨틱 USN 서비스 (COMUS: Common Open Semantic USN Service) 플랫폼이다. 이 플랫폼은 의미정보 기반의 서비스를 제공하며 USN 인프라와 사용자가 운용하는 여러 가지 IoT 기기와 센서들을 사용하여 상황에 적합한 기기 및 센싱 정보를 쉽게 이용할 수 있다. 시맨틱 데이터 표현방식을 따라 각 USN 자원의 메타 데이터를 변환하고, 시맨틱 데이터로 가공하여 정보를 재생산할 수 있다(김선구, 2016).



자료 : 김선구(2016), “IoT 기술 현황과 홈 IoT 기술 동향 분석을 통한 홈 IoT 서비스 모델 제시” 전남대학교 석사학위논문, p. 12.

<그림 2-5> ETRI의 COMUS 플랫폼

위에 따른 서비스 플랫폼을 실현한 예로 <그림 2-6>의 HANDYPIA는 헨디소프트사에서 ETRI와 2010년부터 공동 연구한 개방형 IoT 서비스 플랫폼(COMUS)을 기술이전 받아 상용화한 IoT 플랫폼이다. HANDYPIA는 기존의 센싱 데이터를 그대로 전달해 주는 IoT 플랫폼과는 달리 온톨로지 기반의 시맨틱 IoT 플랫폼으로 센싱 데이터를 가공하여 표준화 작업 등을 거쳐 가치를 창출하는 의미 있는 정보로 가공할 수 있는 서비스 플랫폼이다. 스마트폰, 셋톱박스 등의 각종 스마트기기에 탑재되어 있는 모바일 IoT 미들웨어 기술인 ‘모리(MoRI: Mobile Resource Interchange)’를 통해 각종 내/외장 센서의 플랫폼 연결을 돕는 연결 기술도 제공된다. ‘오미(五味)길’ 서비스는 ‘HANDYPIA’를 통해 개발한 서비스로 염도 및 온도 측정이 가능한 생활형 센서를 스마트폰의 IoT 미들웨어 기술 ‘모리(MoRI)’와 연계하여 사용자의 건강 및 상황에 따라 적합한 음식 및 음식점을 추천해주는 서비스이다(김선구, 2016).



자료 : 김선구(2016), “IoT 기술 현황과 홈 IoT 기술 동향 분석을 통한 홈 IoT 서비스 모델 제시” 전남대학교 석사학위논문, p. 13.

<그림 2-6> HANDYPIA 플랫폼

#### 4) 빅데이터 처리 기술

가트너 회사는 사물인터넷 기술을 사용하는 사물의 개수는 2020년에는 260억 개에 이를 것으로 예상하였다. 이렇게 많은 사물이 연결되면 인터넷을 통해 빅데이터가 모이게 되는데, 모여진 빅 데이터를 효율적으로 관리하기 위한 노력도 함께 병행되어야 한다. IoT는 센서로부터 데이터를 수집하고 센서에서 생성되는 데이터를 대규모 데이터 센터에 지속적으로 체계적으로 저장하고, 사용자의 요청 시 데이터를 전달하는 서비스를 제공한다. 이러한 대량의 센서들이 생성하는 데이터를 관리하기 위해서는 빅 데이터 기술과 클라우드 컴퓨팅 기술이 발전되어야 한다.

김선구(2016)의 연구에서 빅 데이터는 다양한 종류의 대규모 데이터의 생성, 수집, 분석, 표현을 그 특징으로 하는 대량의 정형 또는 비정형 데이터 집합으로 정의하였다. 사물인터넷 분야에서도 빅데이터 기술의 발전은 의미 있는 정보를 제공할 수 있으므로 그 중요성이 부각되고 있다. 따라서 빅데이터로부터 가치있는 정보를 추출하고 가공하여 정보의 재가공을 통해 결과를 분석하는 효율적인 알고리즘의 개발 기술도 필요하다. 그러나, 빅데이터를 수집 및 분석시 개인들의 사적인 정보까지 수집될 수 있으며 모든 사물이 해킹의 대상이 될 수도 있어 사생활 침해와 보안 문제가 발생할 수 있다. 따라서 유무선 네트워크, 첨단 기기 및 센서, 사물, 사람, 장소 등의 사물인터넷 구성 요소에 대한 보안기술을 강화해야

할 문제는 앞으로 해결해야 할 과제이다.

이준필(2016)의 연구에서 빅데이터의 처리 기술은 <표 2-5>와 같이 크게 분석기술과 표현기술, 분석 인프라 측면으로 나누어볼 수 있다. 대부분의 분석기법은 통계학이나 전산학 분야에서 사용하던 기존의 기법들을 대규모 데이터를 처리에 적합하도록 개선하여 빅데이터에 적용하고 있다. 최근 분석기법 중에 대표적인 것으로는 소셜미디어 등을 통한 비정형 데이터의 사용 증가에 따라 텍스트 마이닝(Text Mining), 오피니언 마이닝(Opinion Mining), 소셜 네트워크 분석(Social Network Analytic), 군집 분석(Cluster Analytics) 등이 있다. 분석기법들은 테라바이트(TB, Terrabyte) 혹은 페타바이트 (PB, Petabyte) 규모의 빅데이터 분석을 활용할 수 있는 인프라 기술이 필요하며 현재 생산되는 빅데이터를 어떠한 방식으로 분석, 처리할 것인지에 대한 솔루션이 인프라 기술이라 할 수 있다. 하둡, R, NoSQL 등이 있다.





<표 2-5> 빅데이터 처리 기술

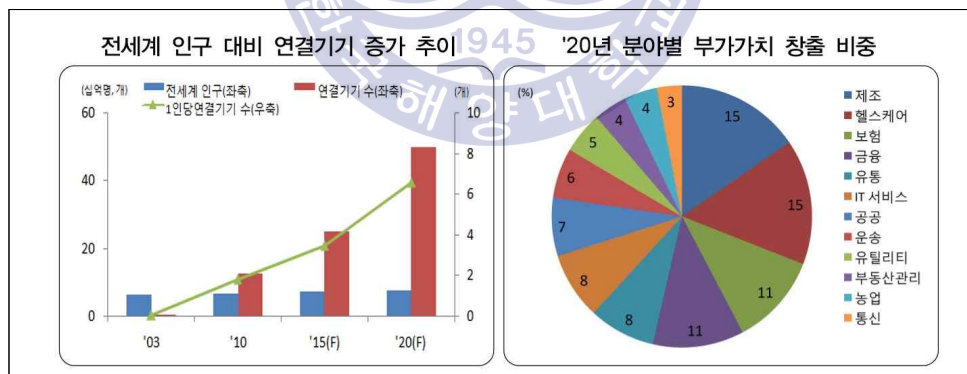
구 분	설 명	예 시
분석 기술	데이터를 분석하는 기술과 방법을 의미하며, 통계, 데이터마이닝, 기계학습, 자연어처리, 패턴인식 등이 해당함 데이터 안정성에 초점을 두기 때문에 일부 데이터 유·손실이 발생해도 처리 결과가 영향받지 않은 업무에 적합함	로그데이터 처리 혹은 분석 업무
표현 기술	데이터 시각화로 알려져 있으며, 분석된 데이터의 특징이나 의미를 쉽게 알 수 있도록 표현해주는 기술, 대표적 표현 기술 R(데이터 분석용 객체 지향 프로그래밍언어)은 통계계산 및 시각화를 위한 언어 및 개발환경 제공	계통 프로젝트, 신약연구, 금융 예측분석에 활용
분석 인프라	분석과 표현을 수행할 수 있도록 해주는 기반기술과 플랫폼. 이것은 다시 대규모 데이터를 안정적으로 수집·저장하는 기술, 저장된 데이터를 효과적이며 빠르게 처리할 수 있는 기술 및 다양한 방식과 용도로 사용할 수 있게 가공하고 관리해주는 기술로 나뉨	BI(Business Intelligence), DW(Data Warehousing), 클라우드컴퓨팅, 분산데이터베이스(NoSQL), 분산병렬처리(Hadoop MapReduce), 분산파일시스템 등

자료: 강상원(2013), 윤희정(2014, 재인용), 이준필(2016 재인용), “신뢰성 확보를 위한 빅데이터 시스템의 시험 평가 방법에 관한 연구”.

### 3. 사물인터넷의 적용 분야

사물인터넷은 다양한 분야에서 활용할 가능성이 무궁무진하며 신사업 창출 기회를 제공할 전망이다. 네트워크상 각종 기기가 상호 연결되는

인터넷 환경 도래로 새로운 사업모델의 창출 기반이 마련되었다. 정보통신기술과 타 산업 간 융합 추세 속에 사물인터넷의 부상을 계기로 창의적이고 새로운 가치를 창출하는 기기 및 서비스의 필요에 따라 각 분야에서 요구가 업계의 대내외적으로 증가하였다. 그에 따른 관련 업계의 적극적 움직임으로 제조사와 통신사의 기술 융합을 통한 카넥트, 헬스케어용 스마트밴드 등 주요 융합사례가 출현하였다. 이러한 사물의 인터넷 연결 확대 속 막대한 부가가치를 창출할 예정이다. 산업은행의 조사에 따르면 전 세계 인구 1인당 연결기기(개) 증가 추이는 2003년 0.08개, 2010년 1.84개, 2015년 3.47개, 2020년 6.58개로 물리적 사물의 대부분(99.4%)이 인터넷에 연결되지 않은 현 단계에서 향후 사물인터넷 활용사례 확산에 따른 연결성 증대가 예상된다. 현재 진행 중인 사물인터넷 서비스를 비롯한 신흥 사업기회 출현에 따른 2020년 경제적 부가가치는 1.9조 달러로 전망된다(Peter Middleton 외 2명, (2013)). <그림 2-7>에서는 사업운영 효율화를 도모하는 제조, 헬스케어 등 실생활 속 편의 향상을 구현하는 소비자 부문에서 부가가치 창출의 높은 비중을 전망했다(이정민, 2014).



자료 : 이정민(2014) “사물인터넷의 국내외 주요 적용사례 분석과 시사점”, KDB산업은행 보고서, p. 70.

<그림 2-7> 전세계 인구대비 연결기기 증가 추이 및 부가가치 창출비중



전 세계 사물인터넷 시장은 기기·서비스 중심의 고성장세가 전망된다. 각국 정부와 관련 업계는 사물인터넷 시장에 적극적인 관심을 보이고 있다.

<표 2-6> IoT를 활용한 분야별 응용사례

구분	분야	사례	서비스 내용 및 기대효과
개인 IoT	자동차	커넥티드 카 (구글, 테슬라)	자동차에 네트워크 연결기능을 탑재하여, 인포테인먼트 등 고도의 편의 제공
	헬스케어	스마트밴드 (JAWBONE)	운동량 등 신체정보 제공을 통해 개인건강 증진 도모
	생활가전	스마트가전 (LG전자 홈챗)	ICT 기반의 주거환경 통합 제어로 생활편의 제고
	물류	프라임에어 (Amazon)	무인비행기를 이용한 택배서비스로 소비자의 이용 편리성 제고 및 원격제어 등을 통한 관리효율 향상
산업 IoT	농업	스마트 팜 (SKT)	시설물 모니터링, 농지, 작물의 생육과정 관찰을 통해 작업효율 개선
	공장	스마트 공장 (GE, 지멘스)	생산·가공·유통공정에 ICT 기술 접목으로 생산성 향상 도모
공공 IoT	보안관계	원격관제, 전자발찌	CCTV, 노약자 위치정보 등의 정보 제공으로 사전적 사고 예방
	환경	스마트 크린 (LGU+)	대기의 질, 쓰레기양의 정보제공으로 환경오염 최소화
	에너지	스마트미터 (누리텔레콤)	에너지 사용량의 원격 검침, 실시간 과금으로 관리 효율성 증대

자료 : 이정민(2014) “사물인터넷의 국내외 주요 적용사례 분석과 시사점”, KDB산업은행 보고서, p. 69

<표 2-6>에 따른 IoT를 활용한 국내외 주요 응용사례를 분석하면 첫째 개인 IoT 분야에서 자동차와 IoT 기술이 접목된 커넥트카 분야를 들 수 있다. 현재 자동차, ICT 업계는 독자적 또는 상호 간 협력에 기반한 커넥트카 서비스를 활발히 출시 중이다. 차량 내장형 또는 특정 단말기

의 텔레매틱스 위주에서 차량 내·외부 네트워크 연결을 통한 고도화된 인포테인먼트형 서비스를 제공한다. 커넥트카와 직·간접적으로 연계된 공공·민간형 서비스가 결합한 사례로는 프랑스의 ‘Autolib’, 일본 닛산-요코하마시의 ‘초이모비 요코하마’ 등 국내외 주요 도시별 공유경제형 car sharing 서비스와 실시간 차량 위치 및 운행정보를 활용한 새로운 서비스를 출시하고 있다.

둘째, 가정과 IoT 기술을 접목한 스마트홈 분야이다. 사물인터넷의 확산에 기반하여, 디지털 홈네트워킹 구현하여 관련 업계의 스마트홈 기기 및 부가 서비스 출시가 이어지고 있다. 스마트홈이란 통신네트워크가 구축된 주거환경에서 사물인터넷 기능이 포함된 기기·서비스를 통해 생활 수준 향상을 추구하는 서비스 시스템 전반을 의미한다. 사용자가 가정 내 상황 정보를 원격으로 확인 및 제어를 할 수 있게 하는 서비스로 가정에서 연결된 모든 사물 및 환경의 정보를 확인할 수 있다. <표 2-7>에서 보듯 글로벌 스마트 기기 제조사들의 스마트 융합 가전제품, 통신사업자들의 가정 내 보안용 모니터링 및 원격 가정용 에너지 관리서비스를 출시하고 있다.

<표 2-7> 주요 업체별 스마트홈 기기·서비스 출시현황

업체명	출시현황
LG전자	메신저와 스마트 가전을 결합한 ‘Homechat’ 서비스 및 스마트홈 제품군 출시
AT&T(미)	모바일 네트워크 기반의 가정 자동화, 보안시스템 (Digital Life)
Comcast(미)	가정 자동화, 보안 및 에너지 절감형 서비스 (Xfinity Home)
NTT docomo(일)	가정 내 미디어콘텐츠 소비 촉진을 추구하는 홈 엔터테인먼트 시스템(docomo Smart Home)

자료 : 이정민(2014) “사물인터넷의 국내외 주요 적용사례 분석과 시사점”, KDB산업은행 보고서, p. 77.

셋째, 헬스케어와 IoT 기술이 접목된 스마트헬스 분야이다. 웨어러블 디바이스, 스마트폰 애플리케이션 등 모바일기기 내 헬스케어 기능 탑재로 스마트 헬스케어 서비스 출현하였다. 질병 치료에서 상시적 건강관리로의 의료서비스 패러다임 변화 속 모바일기기 보급으로 개인화된 서비스 제공이 가능해졌다. 웨어러블 기기는 무선연결을 통해 생체정보를 측정·전송하는 방식으로 신체 착용형 제품들이 대다수를 이루며 건강관리 용이나 레저용으로 주로 활용되고 있다.

다음으로 산업 IoT 분야에서 농업과 IoT 기술이 접목된 스마트농업이다. 일본(농작물 파종, 토양 관리), 네덜란드(가축관리)의 지능형 농업서비스가 대표적 사례로 대상 사물에 센서 등을 부착하여 효율적인 농업경영을 추구한다. 국내의 경우에는 스마트폰을 통한 원격제어 서비스에 머물러 있으며 SKT가 스마트팜 솔루션을 제공하고 있다.

마지막 공공 IoT 분야에는 에너지와 IoT 기술이 접목된 스마트미터 분야이다. 공공부문에서 도하, 상파울로 등의 스마트워터 시스템, 바르셀로나의 스마트 가로등 설치사례 등과 민간부문의 원격지 사물에 사물인터넷을 접목한 실시간 에너지 사용량과 요금정보를 확인할 수 있는 스마트미터 등 스마트 그리드 솔루션이 부각되고 있다. 양방향 통신 기능을 갖춘 스마트미터는 스마트 그리드의 적용 및 확산을 위한 주요 기반요소이다. 에너지관리 효율화를 추구하는 미국, 유럽 등 주요국들은 누후화된 전력망으로 인한 전력사업자와 민간경쟁체제를 통하여 스마트미터 도입이 확대되는 추세이다. 미국은 'Grid 2030('03년)' 정책 시행과 전력사업자들의 의무 설치로 보급률이 빠르게 증가하고 있다. 유럽은 '제3차 에너지 시장법'('09년) 추진에 따라 '20년까지 전 수용가의 80%에 스마트미터 의무도입 규정하고 EU 주도로 23개국에서 사업 진행 중이다. 국내의 경우는 한국전력이 '20년까지 연차적으로 전국 단위의 스마트미터 보급 계획이다.

## 제2절 항만시설물의 정의 및 유형

### 1. 공공시설물의 정의

공공시설물의 정의는 어원적 개념과 실정법적 개념, 사회적 관점의 개념으로 크게 나눌 수 있다. 공공시설물이란 아직 정확한 명칭은 정의되지 않고 공공이 사용하는 시설물로 공공의 편의나 복지를 위하여 설치한 시설을 말한다.

실정법적 개념으로 한국지방자치법에 따른 공공시설의 개념은 주민의 복지를 증진할 목적으로 주민들의 이용에 공여하기 위한 시설로 정의하는 것이 통례이다. 지방자치법에 따라 지방자치단체는 법령이 정하는 범위 내에서 주민의 복지를 증진하기 위하여 공공시설을 설치할 수 있고(지방자치법 제 135조), 공공시설의 사용에 대한 사용료와 특정 개인을 위한 사무에 관한 수수료를 징수할 수 있으며(동법 제 128조), 지방자치단체의 재산 또는 공공시설로 인하여 주민의 일부가 특히 이익을 받는 경우에는 이익을 받는 사람에 대하여 분담금을 징수할 수 있다(동법 제 129조). 라는 것이 공공시설물에 관한 법령들이다.

정재우(2006)의 공공시설물에 대한 사회적 관점의 개념은 국가 또는 지방자치단체가 국민생활의 복지증진을 위하여 설치하는 시설로 공립학교, 공립병원, 국·공립도서관, 시민회관, 각종 보건 및 후생시설, 도로, 공원, 상하수도 시설물 등을 말한다. 또한 광의적 개념으로는 여러 사람이 공유하고 사용하는 시설물을 공공시설물이라고 부르고 있다.

공공시설물은 도시시설을 개선하는 것뿐만 아니라 인간과 공간을 연결해주는 매개적 역할을 하고 있다. 공공시설물은 사용대상이 불특정 다수이기 때문에 다수의 요구를 한꺼번에 충족시키기는 어렵다. 하지만 인간으로서 기본적으로 안전, 아름다움, 편리함 등의 기초적인 것의 요구는 거의 동일하다고 할 수 있다. 이를 토대로 인간과 단순한 행위에서 비롯되는 공공시설물이 갖추어야 할 기본적 구성요소는 <표 2-8>과 같이 6

가지로 분류할 수 있다(왕이광, 2015).

<표 2-8> 공공시설물이 갖추어야할 기본적 구성요소

구분	내용
공공성	노인, 어린이, 장애인 등의 보호가 필요한 시민을 고려하여 공공시설물 이용 시 불편함이 없도록 해야 하며, 남녀노소 모두의 입장에서 연구할 필요가 있다.
기능성	공공시설물의 기본 기능에 대한 지정한다. 사회가 발전함에 따라 인간의 요구를 변화하는데 이를 같이 고려해야 하여 시설물의 기능도 같이 변화해야 할 필요성이 있다.
상징성	도시의 랜드마크적 시설물은 지역 상징성을 갖는다.
조형성	공공시설물은 도시 이미지가 표현되는 매체 중 하나이다.
생태성	공공시설물의 친환경성에 대해 정의하는 것이다. 공공시설물은 생태성에 대해 지속가능한 요소를 고려할 필요가 있다.
안전성	안전성은 인간의 형태와 밀접하게 관련된 중요한 문제다. 따라서 공공시설물이 갖추어야 할 가장 중요한 요소로 볼 수 있다

자료 : 왕이광(2015) “사물인터넷(IoT) 기술을 활용한 시설물 시스템 개발에 관한 연구 : 한강시민공원 렌탈 자전거 시스템을 중심으로”, 건국대학교 석사학위논문, p. 11.

## 2. 공공시설물의 유형

공공시설물의 유형을 분류하는 데 있어 건축물의 중요도를 고려하여 사회적 영향이 크거나 재난 시 기능 수행이 필수적인 건축물을 우선적으로 고려할 필요가 있다. 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법(이하 시설물안전법)에서는 공중의 이용 편의와 안전을 도모하기 위하여 특별히 관리할 필요가 있거나, 구조상 유지관리에 고도의 기술이 필요하다고 인정하여 대통령령이 정하는 시설물을 1종 시설물과 2종 시설물로 지정

하고 있다. 건축물에 지정된 1종 및 2종 시설물은 다음과 같다.

제1종 시설물은 공중의 이용 편의와 안전을 도모하기 위하여 특별히 관리할 필요가 있거나 구조상 안전 및 유지관리에 고도의 기술이 필요한 대규모 시설물로서 고속도로 교량, 연장 500미터 이상의 도로 및 철도교량, 고속철도 및 도시철도 터널, 연장 1,000미터 이상의 도로 및 철도, 21층 이상 또는 연면적 5만제곱미터 이상의 건축물 등 대통령령으로 정하는 시설물을 말한다. 제2종 시설물은 제1종 시설물 외에 사회기반시설 등 재난이 발생할 위험이 높거나 재난을 예방하기 위하여 계속적으로 관리할 필요가 있는 시설물로서 대통령령으로 정하는 시설물을 말한다. 제3종 시설물은 제1종 시설물 및 제2종 시설물 외에 안전관리가 필요한 소규모 시설물로서 제8조에 따라 지정·고시된 건축물을 말한다.

<표 2-9> 공공시설물의 유형

1종시설물	2종시설물
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고속철도 교량, 연장 500미터 이상의 도로 및 철도 교량</li> <li>- 고속철도 및 도시철도 터널, 연장 1,000미터 이상의 도로 및 철도 터널</li> <li>- 갑문시설 및 연장 1,000미터 이상의 방파제</li> <li>- 다목적댐, 발전용댐, 홍수전용댐 및 총저수용량 1천만톤 이상의 용수전용댐</li> <li>- 21층 이상 또는 연면적 5만제곱미터 이상의 건축물</li> <li>- 하구둑, 포용저수량 8천만톤 이상의 방조제</li> <li>- 광역상수도, 공업용수도, 1일 공급능력 3만톤 이상의 지방상수도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 연장 100미터 이상의 도로 및 철도 교량</li> <li>- 고속국도, 일반국도, 특별시도 및 광역시도 도로터널 및 특별시 또는 광역시에 있는 철도터널</li> <li>- 연장 500미터 이상의 방파제</li> <li>- 지방상수도 전용댐 및 총저수용량 1백만톤 이상의 용수전용댐</li> <li>- 16층 이상 또는 연면적 3만제곱미터 이상의 건축물</li> <li>- 포용저수량 1천만톤 이상의 방조제</li> <li>- 1일 공급능력 3만톤 미만의 지방상수도</li> </ul>

자료 : 시설물안전관리에 관한 특별법 제7조.

본 연구의 대상이 되는 국제여객터미널은 시설물의 구분을 고려했을 시 제1종 시설물에 해당하는 다중이용시설이다. 다중이용시설이란 건축법시행령 제2조에 따르면 불특정한 다수의 사람이 이용하는 건축물로서 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 운수시설 중 여객용 시설, 의료시설 중 종합병원, 숙박시설 중 관광숙박시설의 용도로 연면적 5천제곱미터 이상의 건축물이거나 16층 이상의 건축물을 말한다.

<표 2-10> 공공시설물 분류체계

시설 유형	세부 유형
교통시설	도로·철도·항만·공항·주차장·자동차정류장·궤도·운하, 자동차 및 건설기계검사시설, 자동차 및 건설기계운전학원
공간시설	광장·공원·녹지·유원지·공공공지
유통/공급시설	유통업무설비, 수도·전기·가스·열공급설비, 방송·통신시설, 공동구·시장, 유류저장 및 송유설비
공공/문화체육시설	학교·운동장·공공청사·문화시설·공공필요성이 인정되는 체육시설·도서관·연구시설·사회복지시설·공공직업훈련시설·청소년수련시설
방재시설	하천·유수지·저수지·방화설비·방풍설비·방수설비·사방설비·방조설비
보건위생시설	화장시설·공동묘지·봉안시설·자연장지·장례식장·도축장·종합의료시설
환경기초시설	하수도·폐기물처리시설·수질오염방지시설·폐차장

자료 : 이정준, 권형남, 이행준, 신은경, 김진이(2015), “공공시설물의 효율적 운영 방안 연구 용역”, (사)새시대산업지식연구원, p. 41 재구성.



### 3. 항만시설물의 정의 및 유형

은동신(2006)의 연구에서 우선 항만(Port 또는 Harbor)이란 천연적으로 또는 인공을 가하여 선박을 안전하게 출입·정박 및 계류시키고, 해운과 내륙교통의 연결에 관한 각종의 물류활동이 행하여지는 공통 접속장소로서 물류·생산·생활·정보 및 국제교역 기능과 배후지의 경제발전을 위한 기지로서의 역할을 수행하는 종합적인 공간이다. 우리나라 항만법에 따르면 항만은 선박의 출입과 사람이 타고 내리거나 화물을 선박에 싣고 내릴 수 있는 시설이 구비된 항을 말한다. 즉 항만은 해상운송의 시종점이며, 항공·철도·해상항로 등 교통수단을 통해 항만·도시·공장 등과 화물의 흐름을 연결해 주는 복합운송의 연결점이며 물류의 중심이다. 항만시설은 항만에 구축되고 설치된 구조물과 장비, 그리고 도구 등을 포함한다. <표 2-12>와 같이 항만법에서 항만시설물을 기본시설, 기능시설, 지원시설, 항만친수시설, 항만배후단지로 구분하여 정의하고 있다. 항만법에 의해 정의된 항만시설은 그 범위가 광범위하여 시설물유지관리에 일괄적으로 적용할 수 없고 항만시설물 안전 및 유지보수 관리와 관련된 법들은 그 안에서 항만시설물의 범위나 종류를 따로 정의하여 그에 한하여 관리를 하도록 하고 있다(이정화, 2015).

<표 2-11> 항만시설 및 운영시설의 구분

구분	내용
항만시설	접안시설, 부잔교, 연락교, 함선, 전력용량 증설, 방진벽 설치, 접현등 설치, 야적장 포장, 방충제, 차막이, 호안, 방파제, 전기, 전력, 우수관, 항로 및 박지 준설, 안전시설 등
운영시설	운영건물, 여객터미널, 안전시설물, 조명, 전력시설, 급수전, 배수전, 보안시설, 폐선, 폐기물 처리 등

자료 : 이정화(2015), “항만시설물 안전 및 유지보수 관리 개선요인에 관한 연구”, 인천대학교 석사학위논문, p. 4.



항만시설의 효율적인 유지관리를 위해서는 특성을 고려한 항만시설물 분류가 필요하다. 국토해양부(2010)의 항만시설물 유지관리체계 개선에 관한 연구에서는 유지보수 내역에 근거하여 시설물을 재분류하였으며, 이는 <표 2-11>과 같이 항만시설과 운영시설로 구분하였고 유지관리 업무에 전문성이 요구되어진다고 판단하고 있다. 항만시설은 항만의 기능과 역할을 위해 기본적으로 필요한 기반시설로 이루어져 있고, 운영시설은 이러한 항만시설을 이용하고 운영하는데 있어서 보조적으로 필요한 시설이라고 구분해 볼 수 있다(이정화, 2015).

<표 2-12> 항만시설의 구분

구분	내용
기본시설	항로 · 정박지 · 선유장(船留場) · 선회장(旋回場) 등 수역시설(水域施設)
	방파제 · 방사제(防砂堤) · 파제제(波除堤) · 방조제 · 도류제(導流堤) · 갑문 · 호안 등 외곽시설
	도로 · 교량 · 철도 · 궤도 · 운하 등 임항교통시설(臨港交通施設)
	안벽(岸壁) · 물양장(物揚場) · 잔교(棧橋) · 부잔교(浮棧橋) · 돌핀 · 선착장 · 램프(ramp) 등 계류시설(繫留施設)
기능시설	선박의 입항 · 출항을 위한 항로표지 · 신호 · 조명 · 항무통신(港務通信)에 관련된 시설 등 항행 보조시설
	고정식 또는 이동식 하역장비, 화물 이송시설, 배관시설 등 하역시설
	대합실, 여객승강용 시설, 소화물 취급소 등 여객이용시설
	창고, 야적장, 컨테이너 장치장 및 컨테이너 조작장, 사일로, 저유시설(貯油施設), 가스저장시설, 화물터미널 등 화물의 유통시설과 판매시설
	선박을 위한 연료공급시설과 급수시설, 얼음 생산 및 공급 시설 등 선박보급시설
	항만의 관제(管制) · 정보통신 · 홍보 · 보안에 관련된 시설
	항만시설용 부지

	「어촌·어항법」 제2조제5호나목의 기능시설
	「어촌·어항법」 제2조제5호다목의 어항편익시설
	방음벽·방진망(防塵網)·수림대(樹林帶) 등 공해방지시설
지원시설	보관창고, 집배송장, 복합화물터미널, 정비고 등 배후유통시설
	선박기자재, 선용품(船用品) 등을 보관·판매·전시 등을 하기 위한 시설
	화물의 조립·가공·포장·제조 등을 위한 시설
	공공서비스의 제공, 시설관리 등을 위한 항만 관련 업무용시설
	항만시설을 사용하는 자(이하 “사용자”라 한다), 여객 등 항만을 이용하는 자 및 항만에서 일하는 자를 위한 휴게소·숙박시설·진료소·위락시설·연수장·주차장·차량통관장 등 후생복지시설과 편의제공 시설
	항만 관련 산업의 기술개발이나 벤처산업 지원 등을 위한 연구시설
	신·재생에너지 관련 시설, 자원순환시설 및 기후변화 대응 방재시설 등 저탄소 항만의 건설을 위한 시설
	그 밖에 항만기능을 지원하기 위한 시설로서 해양수산부령으로 정하는 것
항만친수시설	낚시터, 유람선, 낚시어선, 모터보트, 요트, 윈드서핑용 선박 등을 수용할 수 있는 해양레저용 시설
	해양박물관, 어촌민속관, 해양유적지, 공연장, 학습장, 갯벌체험장 등 해양 문화·교육 시설
	해양전망대, 산책로, 해안 녹지, 조경시설 등 해양공원시설
	인공해변·인공습지 등 준설토를 재활용하여 조성한 인공시설
항만배후단지	항만구역에 지원시설 및 항만친수시설을 집단적으로 설치하고 이들 시설의 기능 제고를 위하여 일반업무시설·판매시설·주거시설 등 대통령령으로 정하는 시설을 설치함으로써 항만의 부가가치와 항만 관련 산업의 활성화를 도모하며, 항만을 이용하는 사람의 편익을 꾀하기 위하여 제42조에 따라 지정·개발하는 일단(一團)의 토지

자료 : 항만법 제2조.

### 제3절 선행연구

항만시설의 IoT 기반 관련 연구는 미흡하다. 하지만 기타 공공시설물에 대한 IoT 관련 선행연구들이 다수 있고 IoT 기술 도입이 필요한 특수한 영역에서의 연구도 다수 존재하고 있다.

왕이광(2016)은 공공시설물 중 한강시민공원을 대상으로 한강시민공원의 공간 및 이용 상황을 분석하고 문제점을 파악한 후 렌탈 자전거 시스템을 사용자 대상으로 형태분석을 통하여 사용자의 요구를 도출하고 각 대상자 간의 요구사항 및 연결성을 연구하여 분석 결과를 제시하여 이용객과 관리자의 요구사항 연결성을 파악한 후 IoT 기술을 활용하여 해결 방안을 도출하였다. 이용객에게는 새로운 서비스를 제공하고 관리자에게는 편리한 관리방법을 제공하여 모두가 만족할 수 있는 시스템을 개발하는 데 연구의 목적이 있다.

윤진(2016)은 소방시스템에 IoT 기술 적용에 따라 나타나는 성과에 대해서 분석했다. 연구의 이론적 기반을 구축하기 위하여 IoT에 관한 문헌 연구를 통해 관련 개념과 특징을 파악하고, IoT 기술이 적용된 소방설비업체의 인터뷰를 통한 사례연구를 바탕으로 현재 사용현황을 파악하여 IoT가 적용됨에 따른 장점과 한계점을 분석하여, 향후 소방산업에 IoT 활용 방안을 제시하는 데 연구의 목적이 있다.

서상문(2017)은 서울시철도를 대상으로 사고현황을 분석하고, 현재 운영 중인 터널모니터링시스템 개선과 더 나아가 안전 VOF(Voice Of Facility)체계 즉 시설물 실시간 모니터링 시스템을 구축함으로써 분야별 전동차, 신호, 승강장 안전문, 전기, 정보통신, 궤도 실시간 모니터링시스템의 안전관리 개선으로 안전한 도시철도 구축 및 업무효율화에 기여하는 연구가 진행되었다.

김대호(2013)의 연구에서는 무인시설물을 대상으로 LED 조명 제어 및 통신을 위한 스마트폰 APP 기반 모니터링 기법에 대한 연구가 진행되었다. 기존의 무인시설물 관리시스템의 한계점을 파악하고 이를 극복하

기 위해 조명원에 사용되는 에너지 효율을 향상하고, 스마트 단말, 조명 센서, LED 조명제어 및 통신을 위한 스마트 APP 기반 모니터링 기법을 제안하는 데 연구의 목적이 있다. 추가로 조명의 지향각 제어 기술이라든지, 증강 현실을 기반으로 하는 모니터링 기술 등 핵심기술들을 제안하고 그 제안기술의 실용성을 입증하고자 하였다.

노윤택(2010)의 연구에서는 유비쿼터스의 개념을 바탕으로 유비쿼터스가 적용된 도시에 있어서 다양한 유비쿼터스 요소들이 시민들의 생활에 도움이 되는지에 대해 확인하는 것이 연구의 목적으로 유비쿼터스 도시의 성능을 평가하고자 하는 것을 주제로 연구가 진행되었다.

김상기(2015)의 연구에서는 기존의 환경 감시 모니터링시스템의 한계를 확인하고 한계를 극복하기 위한 최종 기술을 개발하는 데 연구의 목적이 있다. 핵심 개발 내용 및 기술은 첫째 멀티 센싱을 활용한 감시/모니터링 모듈 개발, 둘째, 무선기반의 통신 알고리즘 개발, 셋째, 웹 기반의 통합 감시/모니터링 인터페이스 개발과 개발 환경을 위한 전용 기술을 제시하여 상용화에 대한 연구가 진행되었다.

노수성(2014)은 도시 공원관리에 있어 첨단 IT 기술을 기반으로 유비쿼터스 도시기술 및 인프라, 스마트디바이스를 활용하여 공원관리 효율화 방안을 찾고 공원시설을 효율적으로 관리하는 통합관리 프로세서를 정립하고 처리하는 효과를 구현하는 데 연구의 목적이 있다.

이종호(2016)는 도로 안전 시설물들의 관리하는 데 있어 인력에 의한 관리방법에서 벗어나 원격지의 관제센터에서 시스템적으로 관리함으로써 도로 이용자들의 안전을 유도하고 관리로 인한 인력 및 비용을 절약하는 데 연구의 목적이 있다. 이를 위하여 교통정온화 기법으로 횡단보도 교차로 및 도로위험 구간에 설치된 도로교통 안전시설물 LED 안내 표시 등에 대하여 지역제어기를 통해 무선으로 제어하고, 이를 웹 기반 모니터링시스템을 통하여 GIS 기술을 적용하여 안전시설물과 제어기를 관리·운영할 수 있도록 개발하는 데 목적이 있다.

하성우(2015)는 집중호우나 도시범람 등 자연재해에 대비하기 위하여

M2M/IoT 환경 센서 네트워크 기술을 기반으로 장마철이나 갑작스러운 집중호우로 인한 빌딩 침수를 막고자 모니터링시스템 구축을 연구의 목적으로 하고 있다. 연구를 진행하기 위해서는 서울시의 하수관거 현황 및 문제점을 파악하고 유지관리에 대한 현황과 현행법을 검토하는 것에서 시작하여 국내외 구축 사례를 살펴 최적의 모니터링시스템을 도입하는 것을 제안하였다.

유지송(2015)은 도시시설물을 관리하는 데 센서 정보기반으로 고도화된 도시시설물 관리에 필요한 센서 정보를 활용하는데 연구의 목적을 두고 있다. 연구 대상이 도시시설물로 한정하여 도시시설물의 범위를 명확히 하고 도시시설물의 법·제도적인 측면에서 살펴보고 있다. 도시시설물의 관리와 센서 활용과 관련된 선행연구를 살펴보고 IoT 관련 개념을 확인함과 더불어 도시시설물 정보 간의 연계성과 센서 정보간의 연계성을 시각적으로 표현하기 위해 활용하는 다차원 척도법(MultiDimensional Scaling; MDS)을 검토한다. 다차원 척도법은 수치적 자료들을 처리하여 다차원 공간상에서 그 대상들을 위치적으로 표시하여주는 통계기법 사용하였다. 마지막으로 전문가 설문조사 분석을 통하여 도시시설물의 센서 정보 간 관계를 분석하는 것으로 연구가 진행되었다.

김민수(2017)의 연구에서는 스마트 팩토리에 IoT 기술을 적용하여 인터넷 환경에서 상위시스템과 연계를 위한 통신, 보안 기능구현부터, 현장 운영자의 시스템 접근성 재고를 위한 무선네트워크접속, 비상통신, 현장 모니터링 등의 기능까지 하나의 제어기를 통해 종합적으로 편리하게 현장에 적용할 수 있는 IoT 연계형 현장운영자 중심의 제어기 모듈에 대한 연구를 진행하였다. 실제 산업의 필수 및 편이 증대를 위한 장치를 분석하고, 구성 장치별 고유기능 확인을 통해 현장운영자 중심의 제어기 모듈을 구현할 수 있는 모듈의 선택과 장치별 기능의 상호 연계하는 방안에 대한 연구를 동시에 진행하여 IoT 연계를 통해 현장의 운영데이터가 클라우드에 저장되어 빅데이터 일부로 활용될 수 있도록 하였으며 더 나아가 스마트 팩토리를 구성하는 제어기로의 기능도 가능하도록 하였

다. 또한 기존 원격감시제어시스템보다 설비 및 투자비용 감소와 유지관리 비용절감 효과를 위하여 제어, 통신, 보안기능 및 운영자의 편의장치가 일체화된 지능화 장치의 개발 가능성을 제시하여 사물인터넷을 통한 스마트 팩토리의 실현가능성을 제시하였다.

이충산(2016)은 주차관리에 있어 사물인터넷을 적용하여 초음파 센서와 블루투스 통신을 이용한 스마트 실내 주차장 관리 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 각 주차공간에 설치된 주차장 센서 모드의 초음파 센서를 이용하여 차량의 점령을 판단하기 위하여 블루투스의 RSSI 기술을 이용하고 각 주차차장의 위치를 확인하고 있다. 또한 블루투스 RSSI를 이용한 실시간 실내 위치 인식을 통해 주차된 차량까지의 길 안내 서비스가 가능하며 그것을 이론적으로 위치확인 방법 및 기술을 제시하고 시스템의 검증을 위한 성능평가를 통해 주차된 차량의 위치 인식률과 RSSI를 변환해 얻은 거리의 정확도를 제시하여 기술의 활용성을 제시하여 연구의 필요성을 나타내었다.

박재운(2016)의 연구에서는 공동으로 사용하는 실내 공간에 대하여 더욱 쾌적한 환경을 만들기 위하여 환경적으로 유해한 요소들을 분석하고 관리하여 더욱 좋은 생활환경을 제공하고자 실내 환경 관제시스템에 대하여 연구하고 있다. 실내 환경 관제시스템은 유해환경을 자동으로 모니터링하고 유해 요소를 측정하여 실내 환경을 개선하는 시스템으로 유해요소를 측정하고 정보를 전달하는 과정에서 센서를 활용하여 제어하는 관제 시스템 구축을 목적으로 한다.

임두현(2016)은 스마트도시와 관련된 법·제도를 정리하여 지능화 시설의 거시적 방향성을 정립하고, 유비쿼터스 도시기반시설과 관련하여 현장 시설로 구분되는 지능화 시설의 구성원칙, 내용·형식 속성 등을 파악함으로써 지능화 시설의 정의를 도출하였다. 지능화 시설을 설치, 관리, 운영하기 위한 기준과 세부사항을 도출하고 시설관리 이력을 파악하여 지능화 시설의 공동이용방안을 마련하는 데 목적이 있다. 연구의 방법으로 스마트도시 관련 개념을 제시하고 스마트도시서비스 관련 국내·



외 사례를 분석하였으며, 관련법과 선행연구 검토 및 분석을 통하여 문제점을 파악하였다. 지능화 시설의 통합연계를 위해 지능화 시설의 정의와 다부서 공동이용의 필요성과 지능화 시설 통합운영 방안 등 가이드라인을 작성하였다.

김하중(2017)은 물리적 보안 관리체계의 한계를 살펴보고, 이를 해소하기 위한 IoT(Internet of Thing) 기반의 물리적 보안 아키텍처를 제시하였다. 물리적 보안 구축에 필요한 주요 정책 및 법제도를 제안하고, I-PSA(IoT Based Physical Security Architecture) 개요 및 각각의 역할과 필요기술을 제안하는 것이 연구의 목적이다. 연구방법으로는 현재의 물리적 보안의 한계를 살펴보고 여러 물리적 보안의 취약점을 파악하여 IoT 기반의 물리적 보안 아키텍처를 제시하였다.

김선구(2016)는 현재 스마트홈 영역에서 주거인의 생활을 돕기 위한 서비스가 이미 홈네트워크 또는 홈오토메이션이라는 명칭으로 많이 소개되고 있으나 실제 생활 속에는 보급이 되고 있지 않았으나 앞으로 IoT 기술의 보급으로 인해서 현실화 가능성이 커지고 있어 홈 IoT 기술을 살펴보고 서비스 사례 및 발전 방향에 대해 살펴보고 있다. 이 선행연구에서는 IoT 기술에 대해서 자세하게 설명되어 있어 이론적 배경에 많은 도움을 받았다. 이 연구에서는 홈 IoT의 기술 동향과 시장 동향을 살펴보고 최종적으로 홈 IoT 서비스 모델을 제시하는 그 목적이 있다.

명승일, 이혜선, 이학준, 이강복(2018)은 우선 제4차 산업혁명 첨단 융합기술을 바탕으로 사회 재난 예방 활동에 대해 살펴보고 IoT 기술을 기반으로 한 재난 예방 및 안전 모니터링 기술의 개발 동향을 살펴보았다. 재난 관리 활동의 4단계인 예방, 대비, 대응, 복구 4단계 중 예방 단계에서의 IoT 기반으로 한 초연결 지능 인프라를 활용하여 재난 징후를 감지하는 보다 발전된 재난 예방을 제공하고 추후 예방 관련 데이터를 통해 대비, 대응, 복구 단계의 활동도 발전할 것으로 예측하였다. 또한 재난 발생유형에 따라 기술을 구분하여 초연결 지능을 적용한 재난 예방 및 모니터링 기술 동향을 제시하였다.



노다하지메, 노상태(2018)는 일본에서 COP21 파리협정 채택에 따라 건축물의 에너지 절감화를 촉진하는 방안으로 에너지 절감 기준 만족 의무화와 동시에 ZEB 추진이 실시되고 있는 상황에 따라 저출산·고령화 영향으로 경제활동 인구수의 급감으로 새로운 개념의 건물을 건설하기 위하여 고기능화와 설비기기의 고효율화뿐만 아니라 인간을 중심으로 하는 IoT/ICT와 AI, 빅데이터 활용 등의 필요성을 나타내고 있다. 그에 따라 CO<sub>2</sub> 절감/쾌적성 향상 솔루션 모델을 베이스로 한 공조 에너지를 절감시키는 제어 시스템을 해법으로 제시하고 있다. 또한 노동생산성 향상을 위한 건물 솔루션으로 원격 보수 및 진단 서비스를 제시하여 클라우드 서비스로 설비기기 센서 등을 상시 원격 감시하여 성능 저하와 고장 징후를 조기에 발견할 수 있고, 적절한 시기에 필요 개소만 점검할 수 있어 유지보수 인력을 줄일 수 있으며 야간 감시 지원도 가능한 해결책과 사례를 제시하였다.

김동오(2016)에서는 IoT 개념을 설명하고 최근 국내·외 IoT 기술 동향을 제시하여 IoT 기술을 통한 IoS의 개념을 도입하였다. 재난 발생 시 사고 위치와 상황 정보를 수집하고, 이를 반영한 안전 대피경로 산출 및 현장에서 실시한 비상대피로 안내를 통해 대피 안내를 받을 수 있는 구성도를 제시하고 있다. 저자는 코너스톤즈의 대표로 IoT 센서와 비상대피로 유도장치를 통한 스마트 인명안전 관리 시스템에 초점을 두어 기술과 제품을 설명하고 있다. 재난 및 테러에 대비한 안전 시스템 구축과 부산도시철도에 적용 사례를 들어 그 효과를 제시하고 있다.

김재호(2014)에서 제시한 재난 방재시스템 기술동향은 현재의 재난상황을 제시하고 대형 재난사고 발생에 따른 체계적인 대응 매뉴얼의 부족과 사고 발생 시 초기 대응이 느려 사고의 피해가 커지는 것과 이러한 재난의 반복되는 문제점을 개선하기 위하여 재난 상황 조기 파악을 기반으로 하는 예방, 대비, 대응, 복구로 이어지는 one-stop 재난관리 체계의 확립이 필요하며, 이를 위해 정보통신 기술을 활용한 미래형 통합재난안전관리 시스템 구축의 필요성을 제시하였다.

박세환, 박종규(2014)에서는 사물인터넷의 핵심기술에 대하여 제시하였고, IoT 산업의 시장분석을 통하여 발전가능성을 제시하였다. 이를 통해 다양한 산업분야에 응용되어 나타날 파급효과에 대하여 설명하며 새로운 산업화 모델을 모색하고 있는 동향에 대해 연구하였다.

<표 2-13> 선행연구 요약

연구자	연구 내용
왕이광 (2015)	사물인터넷 기술의 개념과 공공시설물에 적용된 사례 및 기술 적용방안을 제시하였고 특히 한강공원시설의 자전거 대여에 적용하여 연구하였다.
윤진 (2017)	사물인터넷의 기술과 발전방향을 연구의 배경으로 소방시스템의 IoT 적용한 사례를 분석하였다. 그를 통해 IoT 소방시스템의 활용방안 제시하였다.
서상문 (2017)	서울도시철도 TMS 운영현황 및 개선방안을 통해 서울도시철도 위험도 분석 및 관리 개선방안을 제시하여 서울도시철도 실시간 모니터링을 통한 안전관리를 연구하였다.
김대호 (2013)	무인시설물을 대상으로 LED 조명 제어 및 통신을 위한 스마트폰 APP 기반 모니터링 기법을 연구하였다. 기존의 무인시설물 관리시스템의 한계점을 파악하고 스마트 단말, 조명 센서, LED 조명제어 및 통신을 위한 스마트 APP 기반 모니터링 기법을 제안하였다.
노윤택 (2010)	유비쿼터스의 개념을 파악하고 유비쿼터스 요소들이 시민들의 활용성과 편의성 파악하여 유비쿼터스 도시의 성능을 평가하였다.
김상기 (2015)	환경 감시 모니터링시스템의 한계를 확인하고 멀티센싱을 활용한 감시/모니터링 모듈 개발을 목적으로 선행 연구하였다. 무선기반의 통신 알고리즘 개발 및 웹 기반의 통합 감시/모니터링 인터페이스 개발을 연구하였다.
노수성 (2014)	스마트디바이스 기반 공원 관리 효율화 방향 및 시스템 구현을 목적으로 연구하였다.

이종호 (2015)	원격지의 관제센터에서 시스템적으로 관리함으로써 도로 이용자들의 안전을 유도하고 관리로 인한 인력 및 비용을 절약 방안을 제시하여 도로교통 안전시설물 LED 안내표시등에 대하여 지역제어기를 통해 무선으로 제어하는 방안을 제시하였고 웹기반 모니터링시스템을 통하여 GIS기술을 적용하여 안전시설물과 제어기를 관리·운영할 수 있도록 개발하는 연구를 진행하였다.
하성우 (2015)	집중호우나 도시범람 등 자연재해에 대비하기 위하여 M2M/IoT 환경 센서 네트워크 기술을 기반 모니터링시스템 구축하여 서울시의 하수관거 현황 및 문제점을 파악하고 유지관리에 대한 현황과 현행법 검토를 통해 국내외 구축 사례를 살펴 최적의 모니터링시스템을 도입에 대해 제시하였다
유지송 (2015)	도시시설물의 범위와 분류에 따라 센서의 활용분야를 정리하였고 도시시설물 센서 정보 간의 관계 및 활용방안을 제시하였다.
김민수 (2017)	스마트팩토리에 IoT 기술을 적용하여 하나의 제어기를 통해 종합적으로 편리하게 현장에 적용할 수 있는 IoT 연계형 현장운영자 중심의 모듈 연구하였다.
이충산 (2016)	주차관리에 있어 사물인터넷을 적용하여 초음파 센서와 블루투스 통신을 이용한 스마트 실내 주차장 관리 시스템을 제안하고 있다. 시스템의 성능평가를 통해 주차된 차량의 위치 인식률과 RSSI를 변환해 얻은 거리의 정확도를 측정한 연구가 선행되었다.
박재운 (2016)	공동으로 사용하는 실내 공간에 대하여 좋은 생활환경을 제공하고자 실내 환경 관제시스템에 대하여 연구하였다. 유해 요소를 측정하고 정보를 전달하는 과정에서 센서를 활용하여 제어하는 관제 시스템 구축이 연구의 목적이다.
임두현 (2016)	스마트도시와 관련된 법·제도를 정리하여 지능화시설의 거시적 방향성을 정립하였고 지능화시설을 설치, 관리, 운영하기 위한 기준과 세부사항을 도출하고 시설관리이력을 파악하여 지능화시설의 공동이용방안을 마련하는데 연구의 목적이 있다. 스마트도시의 개념을 검토하고 국내·외 스마트도시 서비스 사례를 분석하여 지능화시설 통합운영 방안 등 가이드라인 제시하였다.

김하중 (2017)	IoT 기반의 물리적 보안 아키텍처 제시하여 물리적 보안 구축에 필요한 주요 정책 및 법제도를 제안하고, I-PSA(IoT Based Physical Security Architecture) 개요 및 각각의 역할과 필요기술을 제안하였다.
김선구 (2016)	IoT의 정의 및 핵심 기술 요소를 제시하여 홈 IoT의 보안 원칙 및 기술현황을 분석 후 IoT 서비스 사례 분석 및 발전 방향 연구를 제시, 홈 IoT의 기술 동향 및 시장 동향을 바탕으로 홈 IoT 서비스 모델 제시
명승일 외 (2018)	4차 산업혁명의 융합기술을 통해 IoT 기반 기술을 활용하여 각종 재난에 적용된 사례를 바탕으로 재난예방 및 모니터링 기술 동향을 제시하였다.
노타하지메 외 (2018)	일본의 현재 건물·시설분야 관련 환경을 제시하고 현재 저출산·고령화의 문제점을 해결하기 위하여 IoT/ICT를 활용한 건물 솔루션을 제시하고 있다. CO <sub>2</sub> 절감/쾌적성 향상을 위한 공조에너지 제어를 통한 해결책과 노동생산성 향상을 위한 건물 솔루션으로 원격보수·진단 서비스를 제시하였고 건물 솔루션 도입 사례들을 설명하고 있다.
김동오(2018)	IoT와 AI 융합 기술을 설명함과 기술 적용하여 스마트 인명안전 관리시스템을 통해 재난 및 테러에 대한 안전 관리 시스템을 제시하였다. 그를 활용한 사례로 부산도시철도 적용사례를 설명하고 그에 따라 나타나는 효과를 제시하여 IoT 기반 기술을 활용한 인명안전 관리 시스템을 구축하고자 하였다.
김재호(2014)	대형 재난사고 발생시 체계적인 대응 매뉴얼이 부족하고 초동 조치가 느려 피해가 커지고 있고 이러한 사고들이 시대가 바뀌어가고 있는 현 시점에도 계속되고 있어 이 문제를 해결하기 위하여 초기 대응 및 파악을 기반으로 하는 예방·대비·대응·복구로 이어지는 One-Stop 재난관리 체계의 확립을 제안하고 그를 위한 국내외 기술동향을 제시하였다.
박세환 외(2014)	사물인터넷(IoT)의 정의 및 핵심기술을 정리하며 IoT 산업의 시장성과 업계 동향 분석을 통해 IoT 산업의 시장 추이를 파악하고 그에 따라 산업분야에 적용할 수 있는 응용분야와 파급효과를 제시하였다.

## 제3장 국내외 IoT 기반 모니터링시스템 구축 현황

### 제1절 국외 IoT 기반 시설물 관리 사례

#### 1. IoT 기반 로테르담 항구

IBM KOREA 블로그(2018)에 따르면 14세기에 세워진 네덜란드 로테르담 항구는 유럽에서 가장 큰 항구로 93,000여 명의 일자리를 제공하고 연간 수익은 약 1조 4천억 원에 달하며 매년 4억 6,100만 톤 이상의 화물과 14만 척 이상의 선박이 오고 간다. 이 모든 화물과 선박의 진입을 안전하게 조정하기 위해서는 여러 사람이 개입된 복잡한 작업이 수행되는데 이 과정에서 화물과 선박 진입 조정에는 수 시간이 걸리게 됨에 따라 로테르담 항구는 이 같은 문제를 개선하기 위해 스마트 항구로의 리모델링을 계획했다. 항구 이용 시 비용은 줄이고 효율성은 높이기 위해 IBM과 함께 IoT, AI, 클라우드 등 최신 기술을 도입하여 로테르담 항구와 IBM은 중앙 대시보드 앱을 개발하였고 42km에 이르는 로테르담 항구 부지에 연결된 IoT 센서와 증강지능(Augmented Intelligence)을 활용해 기온과 풍속을 비롯한 기상 상황, 바다 상황, 지형, 선박의 움직임, 통신 등의 데이터가 IBM 클라우드를 기반으로 하는 IBM IoT 플랫폼에 실시간으로 100% 정확하게 수집된다. IoT 플랫폼에 수집된 데이터는 AI와 빅데이터로 분석되고, 분석 결과가 대시보드에 나타난다. 대시보드에 나타나는 데이터 분석 결과는 항만 당국에도 전달돼, 관계자들이 항구 진입과 관련해 효율적인 의사결정을 신속하게 내릴 수 있도록 도와준다.

관계자들은 IoT를 통한 정확한 데이터 수집과 분석으로 인해 수위 변화에 따른 선박 입·출항의 적절한 타이밍을 예측하고 화물 선적 시 최대화 물량을 계산할 수 있게 됐다. 이를 통해 각 선박의 항구 정박 시간이 1시간가량 줄어들게 됐고 그 결과 해운 회사는 약 8,500만 원을 절약했고, 로테르담 항구에는 매일 더 많은 선박이 입항할 수 있게 되었다.





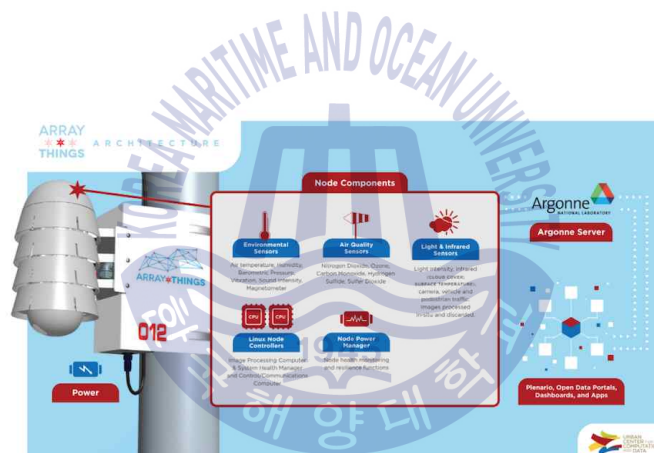
자료 : Matt hamblen(2018), “Port of Rotterdam on course for self-driving ships by 2030”, <https://www.smartcitiesworld.net/>.

<그림 3-1> 로테르담 항구의 IoT 기술 도식도

## 2. 도시를 수치화한 시카고 AoT(Array of Things)

Hswon 블로그(2017)에 따르면 개인의 생산성과 활동을 수치화하는 자기 수치화(quantified self)’는 현재 개인의 생활 수준 향상과 업무 효율성을 위해 많이 사용되는 개념이지만 ‘도시의 수치화(quantified city)’는 새롭게 떠오른 기술 컨셉이다. 사물의 지능화에 따른 센서 기술의 보급으로 도시에서 생성되는 많은 양의 정보를 수집할 수 있게 되었다. 하지만 이렇게 수집된 데이터가 대부분 공개되어 있음에도 불구하고 이를 기업, 정부 기관, 단체가 시민을 위해 활용하는 사례는 거의 찾아보기 어려웠다. 시카고는 스마트 시티와 IoT 기술을 비교적 최근 도입했으나 도시를 수치화함에 있어 모범 사례로 손꼽히고 있는 도시가 되었다. 시카고는 연구자들과 협업하여 센서로 수집한 데이터를 분석하고 도시의 건강(fitness)을 측정하는데 목표를 두었다.

이 프로젝트의 핵심은 바로 AoT이다. Array of Things(AoT)는 환경, 인프라, 특정 활동에 대해 계속해서 새로운 데이터를 수집하는 대화형 모듈 센서들의 네트워크를 지칭하는 말이다. 이렇게 수집된 데이터는 시민들에게 공유될 뿐만 아니라 해당분야 전문가나 연구자, 시정부등의 관련기관 관계자, 소프트웨어 개발자들이 개발에 참여하여 기반 시설의 피해를 방지하는 홍수 방지, 교통안전, 대기질, 공공 서비스 계획 등 도시의 다양한 문제들을 연구하고 해결하는 데 도움을 준다. 시카고의 이런 새로운 계획은 시카고 대학교, 아르곤 국립 연구소, 시카고 예술대학의 역량과 자원의 역량을 높이는 효과가 있어 가능했다. 각 기관의 연구개발팀은 통신업체인 AT&T 인터넷 서비스 부서와 협업하며 미국 국립과학재단에서 310만 달러의 지원을 받았다.



자료 : hswon(2017) “도시를 수치화하다 : 시카고의 ‘Array of Things’”, SPH, [www.sphinfo.com/array-of-things/](http://www.sphinfo.com/array-of-things/).

<그림 3-2> AoT 아키텍처

AoT를 통해 수집될 데이터에는 대기질, 유해물질, 빛, 소음, 사람들의 움직임 등이 포함됩니다. 연구자들은 예측하길 사물인터넷을 통한 정보는 시카고 시의 정책 결정에 있어서 도시 환경을 더욱 잘 이해하도록 도울 것이라고 기대하고 있다. 이 정보는 시카고의 정보공개 사이트에 공



개되어 혁신을 도모하고 더 나은 공공 서비스에 기여할 것이다. 하지만 시카고의 AoT 프로젝트는 더 살기 좋은 도시를 만들고 수집된 데이터로 어떤 인사이트를 얻는 데에만 그치지 않는다. 이 프로젝트에도 클라우드소싱 된 데이터가 활용되어 ‘더 살기 좋은 시카고’를 만드는데 시민들도 참여할 수 있도록 기회를 제공하고 있다. 시카고는 다양한 센서와 디바이스를 호스팅할 수 있고 프로그래밍할 수 있게 설계된 노드로 새로운 ICT 시스템 및 스마트시티 기술의 테스트 베드 역할을 할 수 있게 될 것이다. 센서로 수집한 정보는 위치 정보와 함께 표준화된 형식으로 지역사회와 이익단체들에게 제공되어 도시 내 개선이 필요한 지역을 분석하고 개선하는데 도움을 준다. 시카고의 최신 위치 기반 사업은 여러 맥락 안에서 IoT 기술이 구축되고 또 그 개념이 옮겨가며 사회와 기술이 발전하는 과정을 보여 준 사례이다.

### 3. 미국의 IoT 적용 사례

미국에서는 공공복지 및 건설 분야에서는 센서 노드와 스마트기기와의 융합을 통해 국가나 도시적 관점에서 관리되는 센서를 개인에게 필요한 용도로 제공한다. 샌프란시스코가 공개한 스마트기기와 무선 센터 네트워크를 이용한 지능형 주차 서비스 ‘SFPark’ 등이 대표적이다. ‘SFPark’는 많은 운전자의 불편을 해소하기 위해 파킹미터(주차요금 징수기)를 인터넷에 연결해 유휴 주차공간 알림뿐만 아니라 수요량과 주차상황에 따라 탄력적인 가격체계를 운용하고 있다. 운전자들은 비어 있는 주차공간을 찾기 위해 반복하면서 오갈 필요가 없게 되었다.

매릴랜드주 몽고메리 카운티는 노인이나 장애인이 사물인터넷을 이용하여 안전하게 보호받을 수 있도록 ‘스마트 챌린지’ 프로젝트를 추진하고 있다. 시니어 아파트 내 공기 상태, 화재, 가스 누출 등을 센서를 통해 24시간 모니터링하고 소방기관 및 경찰서와 정보를 공유한다. 센서는 공기 질을 측정하여 연기와 이산화탄소, 메탄가스, 온도, 습도 등에 이상이

있을 경우 중앙통제센터로 정보를 보내 담당 구조대 도움을 요청한다. 바닥에 부착된 센서는 노인들이 넘어지는 것을 인식해 도움을 받을 수 있도록 한다.



자료 : <http://blog.naver.com/soluweb/220676939415>.

<그림 3-3> 샌프란시스코 SFPark, 몽고메리카운티의 IoT시스템

매사추세츠주 랜돌프시와 피츠버그시는 원격제어, 모니터 관리와 동시에 인프라를 구축할 수 있는 “스마트 가로등 네트워크 서비스”를 제공하고 있다. 이를 통해 에너지 비용을 절감하고 삶의 질을 향상시키며 투자를 유치하는 효과를 보았다.

캘리포니아주 글렌데일시, 버뱅크시, 롱비치시는 ‘스마트 워터 미터 (smart water meter)’를 설치하여 물 소비를 관리하면서 소비 데이터를 알려주는 서비스를 제공한다.

뉴욕시의 “Lower Manhattan’s Smart Neighborhood Pilot”은 시간에 따라 도시와 주민들이 어떻게 변화하는지를 잘 이해할 수 있도록 실시간 데이터를 제공한다. 대기, 교통패턴, 소음레벨, 일조량 등을 모니터링하는 센서 데이터 네트워크를 구축하여 교통사고를 줄이고, 대기상태를 호전시키며, 도시복구계획을 향상시킬 수 있는 데이터를 제공한다.

#### 4. 싱가포르의 버추얼 싱가포르(Virtual Singapore)

The Sciencetimes(2018)에 따르면 이 사업은 국가 전체의 모습을 3차원으로 표현하는 사업이다. 약 700억원을 투자했고, 2018년 중에 구축을 완료할 예정이다. 추진 목적은 정보 공유로 국가 개선 방안 의견을 좀 더 효율적으로 모으기 위함이다. 싱가포르의 버추얼 싱가포르 사업도 디지털트윈 사례로 센서 역할을 하는 IoT는 정보를 수집하고 현실과 유사한 디지털트윈 환경에서 시뮬레이션으로 AI를 학습시켜 최적화 방안을 도출하는 것이다. 디지털 트윈에서 트윈은 쌍둥이라는 것으로 디지털로 현실과 유사한 환경을 만드는 것을 말한다.

싱가포르는 다양한 도시문제에 직면하였고 case by case 접근방식으로 는 경험의 재활용이 어렵다는 것을 알게 되었다. 그 해결방안으로 연구원들이 모델과 시뮬레이션을 통해 해결하려고 노력하였고, 이를 위해서 통합된 3D 싱가포르가 추진되었다. 2015년부터 2017년까지 싱가포르 3D 형상을 작업을 통해 획득하였고 3D 기반 에너지, 교통, 소음, 바람, 그늘 등 Simulation Pilot을 수행하였다. 2018년까지 시뮬레이션을 도시로 확대하여 시민 경험을 다양화하고 버스 운영이나 교통 정보 등에 확대 적용하였다. 2018년 이후에는 이를 운영하는데 최적화하고 있다.

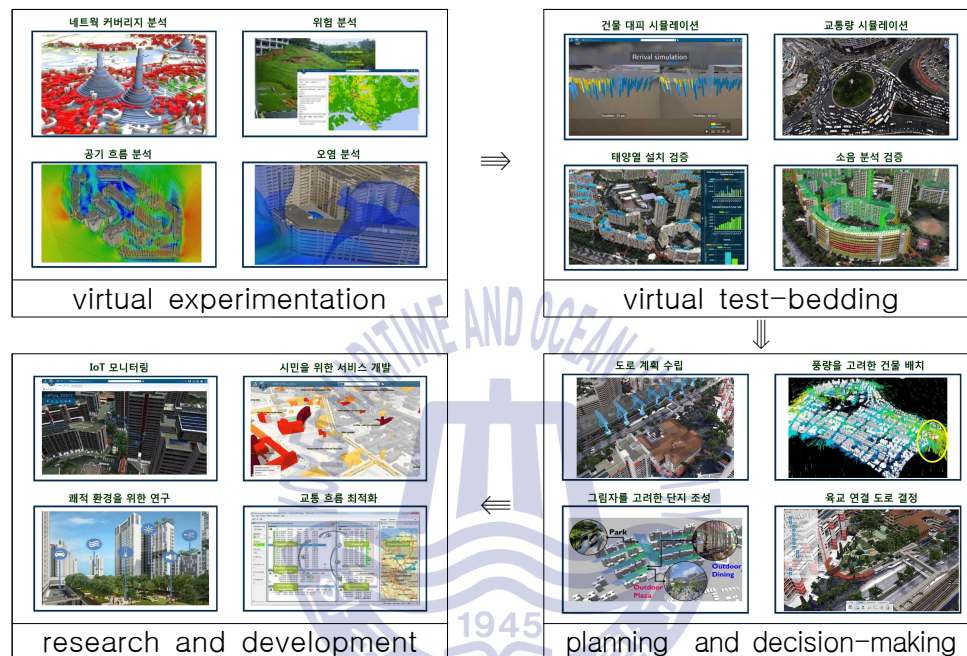


자료 : 여시재(2017), “스마트시티 & 버추얼 싱가포르”, 3DS.com, Document.

<그림 3-4> 버추얼 싱가포르 추진단계

버추얼 싱가포르는 가상 분석, 가상 검증, 계획 수립 및 의사 결정, 연구 및 개발로 4가지 역할을 수행한다.

현실의 문제점에 대해서 분석을 하고 그 해결을 위해 제시된 여러 방안을 가상을 통해 검증한다. 검증된 방안은 다시 가상현실 속에서 계획하고 실행에 옮겨진다. 이를 통해 결정된 계획은 다시 연구하고 보다 나은 방향으로 개발되어 현실에 반영되는 것이다.



자료 : 여시재(2017), “스마트시티 & virtual Singapore”, 3DS.com, Document.

<그림 3-5> 버추얼 싱가포르 역할 예시

## 5. 일본의 공공부분 IoT 기반 기반기술 적용사례

일본정부는 2011년 동일본대지진과 같은 자연재해 발생 이후 고조되고 있는 공공안전에 대한 우려와 인구 고령화 등의 사회 문제에 대비하기 위해 사물인터넷 기반의 프로그램을 준비하였다. 특히 2015년 5월 발표

한 ‘신로봇전략’에서 낮은 출산율, 심화되고 있는 고령화, 사회 기반시설의 노후화 등의 심각한 사회적 문제를 산업용 로봇기술을 이용하여 해결할 수 있을 것으로 기대하고 관련 기술을 세계 최고로 높이고 있다. 미래는 사물인터넷 시대가 도래하면서 데이터 중심의 사회가 될 것이고, 이 같은 상황에서 로봇을 활용하여 사물인터넷 시대를 주도하며 간호산업과 의료산업, 사회기반시설/재난/건설산업, 농업/식물분야 등 공공부문 관련 분야의 전략목표를 설정하여 추진할 계획이다.

공공분야 적용사례로 NTT는 <그림 3-6>과 같이 ‘전력소비정보 통합관리시스템’을 선보였으며, 백화점은 주말에 건물은 낮에, 가정집은 밤에 전력소비가 많은 점을 활용하여 전력소비 정보를 통합하여 발전소에 전송함으로써 발전/송배전을 최적화하는 시스템이다.

2011년 동일본 대지진의 영향으로 방사능 우려가 존재하는 후쿠시마현에서는 야마데라 준이 개발한 ‘후쿠시마 휠’이 자전거에 달린 센서로 도시 각지의 지형·대기 정보를 수집, 공유한다.



자료 : <http://www.ntt.co.jp>, <http://fukushimawheel.org>.

<그림 3-6> 일본의 사물인터넷 공공부문 적용 사례



## 6. 유럽 IoT 기반 기술 사례

독일의 항구도시로 잘 알려진 독일 함부르크의 경우, 2014년 항구지역의 특성에 맞는 스마트도로 기술을 도입하여 실시간 모니터링시스템과 IoT 기술을 이용해 움직이는 다리와 교통 관리를 연계한 기술로 차량통제시간을 절감하는 기술이다. 이 기술은 선박이 다리 밑을 지날 시 다리가 움직이는 시간과 연계해 교통 신호 등을 관리함과 동시에 우회도로로 운전자들에게 정보가 제공되는 기술로 교통혼잡을 해결하고, 항만운영비를 75% 감소시키는 결과를 가지고 왔다.



자료 : SKhynixblog(2016), “똑똑해지는 우리의 도시 라이프, 스마트 시티!”, <http://blog.skhynix.com/1973>.

<그림 3-7> 독일의 스마트도로

런던시는 ‘Smart London’ 이라는 슬로건 아래 새로운 IoT 기반 기술과 정보를 활용하여 런던시민들과 기업체 그리고 관광객들을 위한 보다 높은 서비스를 제공하는 한편, 세계적으로 가장 빠른 무선 네트워크와 무료 와이파이 서비스를 제공하여 갤러리와 박물관 등 공공시설물에 설치할 계획이다. 또한, 관광사업 활성화 및 시민들의 생활 편의향상을 위

해 관광객들과 시민들에게 제공하는 서비스로 도시 길 찾기와 여행계획 도구들, 디지털 화폐를 채택하여 개발했다.

스페인 바로셀로나시는 2013년 도입된 ‘스마트 파킹’ 기술은 도시 내 주차난을 해결해주는 기술이다. 스마트 파킹은 센서를 통해 바르셀로나 시내에 비어있는 주차공간을 실시간으로 파악하고, 앱으로 시민에게 주차공간의 정보를 제공한다. 이를 통해 바르셀로나는 교통혼잡문제 해결과 함께 매년 5000만 달러가량의 주차요금 수익을 창출하고 있다.



자료 : SKhynixblog(2016), “똑똑해지는 우리의 도시 라이프, 스마트 시티!”, <http://blog.skhynix.com/1973>.

<그림 3-8> 스페인 바로셀로나의 스마트 주차

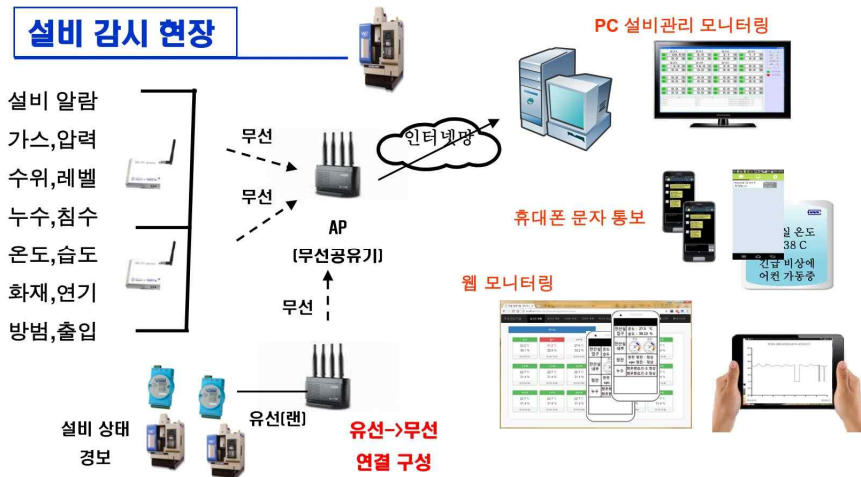


## 제2절 국내 IoT 기반 시설물 관리 사례

### 1. ㈜하숨정보기술의 IoT 기술 기반 시설관리 시스템

하숨정보기술의 비즈니스 상품으로 공장이나 시설물 관리를 함에 있어 IoT 기술을 기반으로 하는 시설물 원격중앙관리 시스템입니다. 설비정보, 운전상태, 온도, 습도, 전력, 정전, 고수위, 누수, 침수, 출입, 가스감지, 압력감시(고압-저압), 펌프 및 팬 가동 감시, 화재 및 연기감지 등 설비 상태와 정보를 무선 Wi-Fi 인터넷을 통해 중앙에서 관리하는 시스템이다.

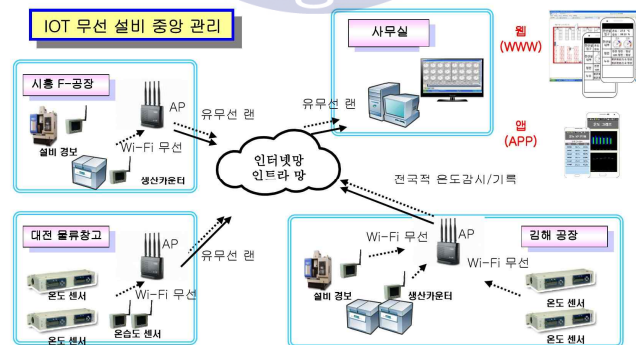
와이파이 무선 온습도 및 입력 센서는 별도의 인터넷과 연결해주는 장비 도움 없이 인터넷 무선망에 직접 연결되어 이를 통해 중앙관리 서버에서 온도를 감시 및 기록할 수 있도록 해주는 센서이다. 현장 상황에 따라 전원 공급 방식의 센서와 전원공급이 없는 장소에서도 사용할 수 있는 초절전 배터리 무선 온도센서를 이용하여 시중에 유통되는 표준화된 통신 기기 또는 기 구축된 무선랜 활용으로 경제적인 비용으로 안정적인 시스템을 쉽게 구축할 수 있다. 초절전 와이파이 무선 온도 센서는 저전력 CPU 설계와 무선공유기(AP)를 통해 인터넷과 연결하는 부품의 전력관리를 최적화하고, 무선공유기 연결을 관리하여 비표준 업체 규격인 Zigbee 무선과 달리 고사양 고성능의 국제표준인 와이파이 무선센서를 배터리로도 동작할 수 있게 해주는 IoT 센서이다. 또한 기존 네트워크 통신을 통한 유선 센서로 Ethernet 멀티채널 센서는 기 구축된 네트워크와 인터넷을 활용하여 장소와 거리 제한 없이 간단하고 경제적으로 설치할 수 있는 IoT 센서이다. 이러한 IoT 기술로 센서를 통해 정보 발생 시 담당자에게 문자를 전송한다. 인터넷이나 전화선 연결이 없이 통신장애 상황에서도 문자를 전송하고 설치가 간단하다. 정전 발생 시 8시간 백업 전원을 갖고 있어서 정전/복전을 문자로 통보해 준다.



자료 : (주)하숨정보기술, [www.hasom.com](http://www.hasom.com)/자료실/무선생산설비관리제안서.

<그림 3-9> 무선설비 중앙 관리 구성도

또한 중앙설비 관리 FMS 시스템은 전국에 분포된 공장의 설비상태, 생산량, 창고, 실험실 온도를 중앙에서 관리 및 기록하는 시스템이다. 생산설비의 자재나 운영정지, 온도 경보가 발생하면 담당자에게 바로 문자를 통보하고, 웹으로 현장 상황을 파악해서 신속한 장애처리를 함으로써 사고 발생을 미연에 방지할 수 있다([www.hasom.com](http://www.hasom.com)).



자료 : (주)하숨정보기술, [www.hasom.com](http://www.hasom.com)/자료실/무선설비중앙관리제안서.

<그림 3-10> IoT 무선 설비 중앙 관리

제약회사 냉장고 온도관리	
	중양관리 시스템으로 통합하여 온도를 일/주/월별로 기록 관리하고, 경보발생시 휴대폰 문자통보시스템으로 구축
생산시설 운영상태 중양관리	
	중요설비에 대한 운전상태와 전력관리 및 수위에 대한 설비 정보 및 휴대폰 문자통보와 앱 모니터링을 추가하여 공장 내 어디에서든지 설비상태를 모니터링

자료 : (주)하숨정보기술, [www.hasom.com](http://www.hasom.com)/자료실무선설비중양관리제안서.

<그림 3-11> 설비중양관리 설치 사례

## 2. IoT 기술을 활용한 무스마의 통합안전관리솔루션

무스마 OSS(One-stop Safety Solution)는 IoT 기반의 센서 노드, 무선 네트워크 기술과 지능형 모니터링시스템을 이용하여 각 산업 현장에서 발생할 수 있는 각종 재해를 모니터링하고 실시간으로 위험 감지 및 알림과 사고를 사전에 예방하여 통합안전관리를 가능하게 한다.

크레인 충돌 방지 시스템은 조선소나 건설 현장에서 미리 수집한 각종 센서 데이터를 바탕으로 크레인 충돌 전 크레인 기사에게 알림을 주는 서비스다. 또 이에 대해 즉각적인 조치가 가능하도록 원격 모니터링도 제공한다.



자료 : 무스마, [www.musma.net/oss](http://www.musma.net/oss).

<그림 3-12> 무스마 통합안전 솔루션 OSS

무스마의 IoT solution은 4차 산업에 최적화된 무스마의 자가 저전력 장거리 무선통신망(LoRaWAN)을 통해 비즈니스와 서비스의 효율성을 높이고 위험 상황을 관리한다. 실시간으로 재해 요소를 탐지하고 모니터링하여 위험 상황을 관리하고 구역 내 작업 인원 확인 및 이상 상황 발생 시 실시간으로 위험을 알려주며 작업자 실수로 인해 발생한 급작스러운 사고에도 즉각적으로 상황실과 작업 현장에 경고하여 신속한 초동대응을 지원한다. 또한 건물 내 공간별 위험 등급 판단이 가능하며 집중적으로 관리할 수 있는 체계적인 안전한 환경관리가 가능하게 도와준다 (www.musam.net).

### 3. 대구시의 IoT 기반 교량·건축물 안전관리 사업

대구시는 KT와의 네트워크 기술 활용을 통하여 4차 산업혁명시대를 기술을 접목하고 활용하기 위해 2017년 9월부터 12월까지 IoT 기술을 적용한 시설물 안전점검 사업을 함께 추진하였다. 대구시와 KT는 IoT 기반 기술을 통한 시설물 재난안전체계 구축을 위하여 추진된 사업으로 4차 산업기술인 IoT 기반 기술을 활용한 공공 시설물의 실시간 안전관리 모니터링시스템을 개발하고 시설물의 상태를 확인하여 위험성을 사전에 감지 및 대응할 수 있는 체계를 구축해 관련기관의 신속한 상황전파

와 시설물 안전관리의 효율성 극대화를 목표로 하고 있다. 사업의 주요 대상은 아양교, 공향교, 명천교 3개의 교량과 시지공영, 지산공영의 2개 공영지하주차장에 대해 IoT 센서(유·무선)를 설치하여 시간경과에 따른 시설물의 계절적 변화와 외부 충격에 의한 데이터 변화를 수집하고 빅데이터화하는 것으로, 센서를 통해 데이터 수집과 시간이 지남에 따른 정보의 축적을 통하여 시설물의 안전 이상 여부를 사전에 감지해 위험 상황을 사전에 예방하고 사고시 신속하게 전파하는 것이 가능하게 된다. 도심과 공향을 이어주는 중요한 시설로 아양교와 공향교는 교량 접합부에 가속도센서, 변형률센서를 설치하여 차량이동에 따른 진동, 교량 하부보의 변형유무 자료를 수집 하고 명천교는 달성군 화원읍 화원시장에 인접해 있는 철근콘크리트 슬래브교로 가속도센서, 균열센서, 침수센서를 설치하여 콘크리트 교량의 균열, 진동 및 강우에 따른 하천수위 변화 자료를 수집하며 시지주차장, 지산주차장에는 지하주차장 천정 슬래브 및 보에 균열센서를 설치하여 건축물의 균열 진행 변화 자료를 축적한다.

이번 민·관 합동사업은 KT의 광통신 기반 시설을 기반으로 한 광센서 및 LTE-M기반의 무선통신망을 해당 시설물에 설치하고 데이터를 측정·분석하여 통합시설안전관제 환경을 구축한다. KT는 광케이블 인프라를 활용한 광통신 기반으로 경제적이고 효율적인 상시 계측 환경을 구축하고 대구시는 이를 통한 공공시설물의 안전과 시설물 상태를 실시간으로 확인할 수 있다. KT와 대구시는 이번 사업을 통해 4차 산업혁명 기술을 통하여 재난 및 안전관리분야에 대한 대비와 더불어, 5G 통신 네트워크와 클라우드 인프라, 빅데이터를 활용한 미래형 SOC(사회간접자본) 시설물안전에 IoT 기반 기술이 적용될 수 있는 비즈니스 모델을 제시하고 있다.





자료 : 대구광역시 보도자료(2017), 대구시의 IoT 기반 교량·건축물 안전 관리 시범사업 추진.

<그림 3-13> 대구광역시 통합 재난안전 체계도

#### 4. 우체국 시설물, IoT로 관리

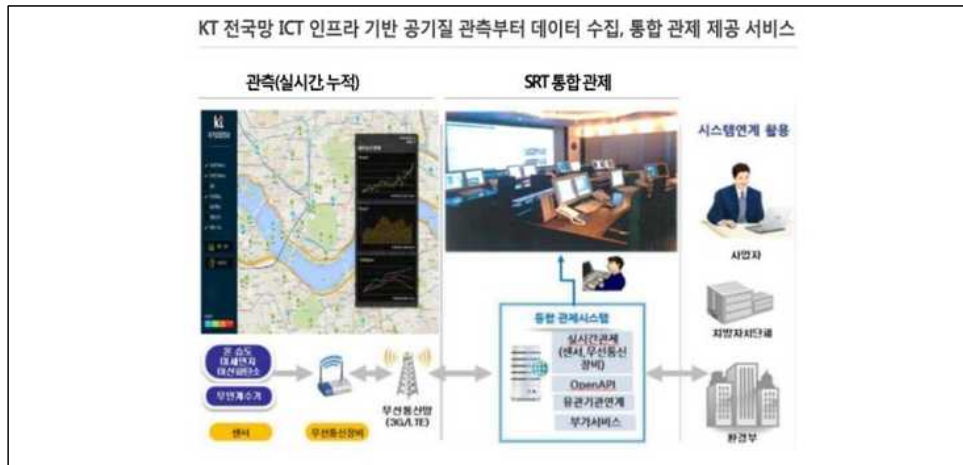
전자신문 권동준(2017)에 따르면 우체국 건물과 주요 시설물에 IoT 기술이 적용되었다. IoT 센서를 CCTV, 무정전 전원장치(UPS)에 적용하여 원격 제어와 지능형 관리 체계를 확보할 예정이다. 우체국시설관리공단은 IoT 기술을 활용하여 우체국 시설을 제어, 관리하는 시범 사업을 추진할 계획이다. 우선 UPS와 CCTV를 통합 관리할 수 있는 관제 시스템을 구축한다. UPS에는 센서를 통하여 중요시설의 이상유무를 사전에 파악할 수 있도록 무정전 전원 공급에 성능을 개선할 예정이다. 기존 UPS는 전력 공급이 끊어지면 배터리를 통해 전력을 공급했다. 비상 발전기가 가동하기 이전 UPS 배터리가 방전되거나 소모되면 전력 공급이 불가능했던 문제점을 해결하기 위해 IoT 센서로 UPS 배터리를 점검하는 시스템을 도입할 예정이다. 배터리가 방전되거나 소모되는 시점을 자동으로 확인, 관제 센터에 경보를 전달한다. 우체국시설관리단 관계자는

“미래창조과학부에서 개발한 IoT 시스템을 적용해 시범 사업을 추진하는 방안을 검토 중”이라며 “시범 사업 결과를 토대로 IoT 기술을 적용한 우체국 시설 장비 범위를 확대할 것”이라고 밝혔다. 일부 우체국을 선정, UPS와 CCTV에 센서를 부착하는 사업을 추진하고 결과에 따라 전국 단위로 사업 범위를 확대하여 사전에 시설물 상태를 확인하고 조치할 수 있는 모니터링시스템을 구축하고자 하는 것이다. 관리의 효율성과 보안의 강화를 위하여 CCTV 등 보안 시설에도 IoT를 적용하여 원격으로 제어하는 시스템도 도입할 예정이다. 관리단 직원이 시설물 현황을 쉽게 점검하기 위하여 디바이스 간의 통신을 통한 상태 확인도 적극적으로 활용할 계획이다. 인적 요소로 관리하기 힘든 부분을 IoT 등 ICT를 적극 활용하여 대국민 서비스를 제공하고자 하는 사업이다.(권동준, 2017).

## 5. 수서 고속철도 IoT 기반 공기질 관리

연합뉴스 김동규(2017)에 따르면 수서 고속철을 운영하는 SR과 KT는 사물인터넷을 활용한 SRT 미세먼지측정 시범사업 협약을 맺고 수서역 실내외의 미세먼지, 초미세먼지, 생활가스(VOCs), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 등 7가지 공기 질 상태를 IoT 기술을 이용해 24시간 감지한다. 그 결과 IoT 센서를 통해 수집한 데이터 분석 결과 실내 공기 질이 나쁘면 환기 시스템을 자동으로 작동시키고 이를 통해 수서역을 이용하는 이용객들의 서비스 개선 효과 및 첨단 기술 적용에 따른 이미지 개선 효과가 기대된다. 뿐만 아니라 미세먼지에 대한 시민들의 관심을 효과적으로 개선할 방안을 제시하고 있다. 이 또한 KT와 수서 고속철 운영기관과 만남으로 네트워크 사업자와 기관이 만들어 낼 수 있는 IoT의 발전성을 기대할 수 있으며 센서 기술이 활용 가능성을 다양하게 적용할 가능성을 보여준다. 이에 따라 기타 시설에도 IoT 센서가 적용될 수 있을 것으로 기대되며 많은 연구가 이루어지고 있다(김동규, 2017).





자료 : 김동규(2017.10.18.) “SR, 수서역 실내공기 IoT로 스마트하게 관리”, 연합뉴스.

<그림 3-14> 수서역 공기질관리 서비스



## 제4장 부산항국제여객터미널의 IoT 기반 모니터링시스템

### 제1절 부산항국제여객터미널 시설물 현황 및 문제점

#### 1. 부산항국제여객터미널 시설물 현황

부산항만 시설 중에서 부산항국제여객터미널을 IoT 기반 모니터링시스템 개발 대상에 선정한 이유는 다음과 같다.

첫째, 부산항의 관문이며 북항 재개발 사업의 선도 사업으로 부산 북항을 대표하는 상징성이 크다. 둘째, 부산항국제여객터미널은 2015년 8월 31일 개장 이후 월평균 10만 명 이상이 이용하는 다중이용시설로서 모니터링시스템 도입에 따른 개선 효과가 크다. 셋째, 연면적 94,673㎡의 대규모의 건축물로 IoT 모니터링서비스를 통하여 관리상의 문제점을 해소하기에 적당하다. 따라서 IoT 기반 모니터링시스템 개발 대상으로 부산항국제여객터미널을 중심으로 시설물 현황을 살펴보겠다.



자료 : 부산항시설관리센터 홍보자료(2018).

<그림 4-1> 부산항국제여객터미널 선석도

<표 4-1> 부산항국제여객터미널 시설면적

구분		면적	비고
사업 규모 (부대시설 포함)	대지면적	154,022㎡	
	연면적	94,673㎡	
국제여객터미널	대지면적	22,491㎡	터미널 건물 외곽 길이 (가로 273m, 세로 66m)
	연면적	79,618㎡	
제2국제터미널	대지면적 연면적	69,378㎡ (야외주차 장 포함) 985㎡	가설건축물 존치 기간 3년 ( '17.05.01.~ '20.4.30.) ※국제크루즈 전용 여객터미널
국제여객부두	14개 선석	2,355㎡	카페리 4(11~14번), 쾌속선 8(3~10번), 크루즈선 2(1~2번)
	야적장(CY)	5,026㎡	
	창고(CFS)	3,045㎡	
	근로자휴게소	727㎡	
	정비창	321㎡	
	공용화장실	48㎡	
5층 컨벤션 (13,619㎡)	컨퍼런스홀	1,978㎡	1,700명 동시 수용(6Holes)
	다목적 이벤트 홀	1,932㎡	4Holes
	회의실	744㎡	10개
	기타 홍보관, VIP라운지	8,965㎡	남측 테라스(전망대), 북측 하늘정원 등

자료 : 부산항시설관리센터 홍보자료(2018).

<표 4-2> 부산항국제여객터미널 선석현황

선석	1번 (크루즈선)	3~10번 (쾌속선/예비)	2, 11~14번 (카훼리선/크루즈)
톤 / 척	100,000×1	500×8	20,000×5
수심(m)	12	9	9~10

※ 부산항대교 하단 높이 66m(통과높이 63m, 17만 톤급까지 수용)

자료 : 부산항시설관리센터 홍보자료(2018).

2015년 8월 31일 개장한 부산항국제여객터미널은 이용객과 수출입 화물의 지속적인 증가에 따라 부산항 북항재개발 사업의 핵심 시설로 연간 278만 명을 수용할 수 있도록 건설되었다. <표 4-1>에서 보듯 크게 이용객들이 직접 이용하는 시설로는 국제여객터미널과 제2국제터미널, 국제여객부두가 있다. 국제여객터미널은 1층은 주차장, 2층은 입국장, 3층은 출국장, 4층은 각종 사무실로 구성되어 있고 5층은 전시, 컨퍼런스가 가능한 국제컨벤션센터가 있다.

<표 4-3> 부산항국제여객터미널 시설현황

구 분	용 도
지하 1층	우수조, 중수조, 열교환기실 등
1층	주차장, 세관지정장치장, 초소 등
2층	입국장, 종합방재센터, 편의시설, CIQ, 사무실 등
3층	출국장, 매표소, 편의시설, 사무실 등
4층	항만종합상황실, 기계실, 전기실, 사무실 등
5층	컨퍼런스홀, 이벤트홀, 회의실, 옥상정원 등

자료 : 임광수(2018), “국제여객터미널 서비스 품질에 관한 실증연구”, 한국해양대학교, 석사학위논문, p. 9.

## 2. 부산항국제여객터미널 문제점

국제여객터미널은 2015년 8월 개장하여 현재에 이르기까지 부산과 일본을 오가는 4개 항로가 운항하고 있으며 8개의 선사 및 크루즈 선박을 통해 월평균 10만 명의 이용객들이 이용 중인 다중이용시설이다. 앞서 언급한 것과 같이 많은 이용객이 이용하는 시설로서 안전과 서비스 제공 부분에서 현재 문제점을 진단하고 그에 대한 해결책으로 IoT 기반 모니터링시스템의 적용방안을 모색하고자 한다.

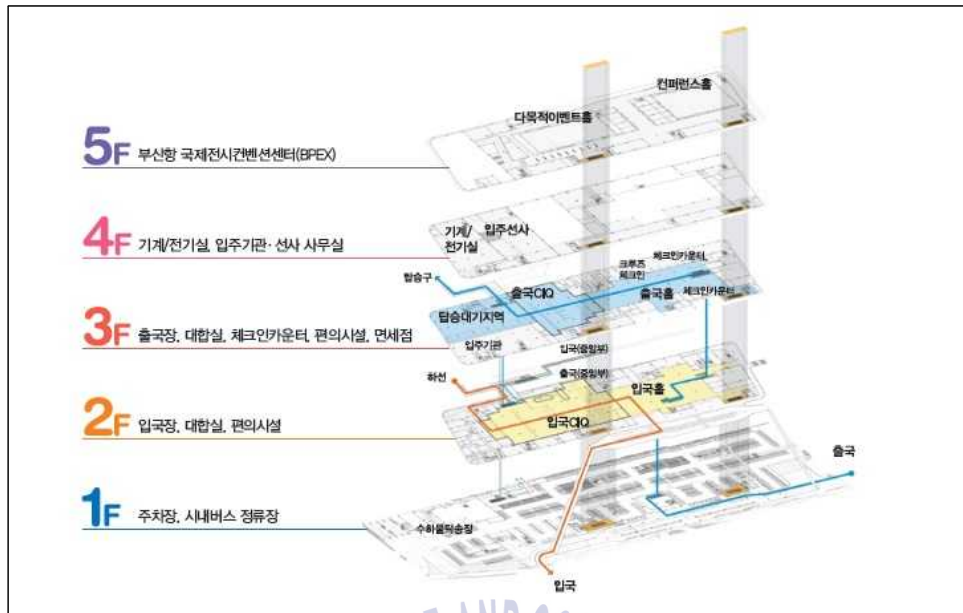
<표 4-4> 2018년 9월 국제여객터미널 이용객 이용 현황

구 분	이용객 이용 현황			
	‘17. 09월	‘18. 09월	‘17.01.~09.	‘18.01.~09.
정기여객선	94,028	109,514	1,070,111	1,071,099
국제크루즈	‘18. 09월		누계(‘18. 01월~09월)	
	(준)모 항	기 항	(준)모 항	기 항
	2/1,825	6/9,344	18/23,331	48/82,555

자료 : 부산항시설관리센터 회의자료(2018).

#### 1) 건물의 대형화

부산항국제여객터미널을 새로 지으면서 기존 최대 수용인인 170만 명 규모에서 최대 278만 명을 수용할 수 있는 규모로 대형화되었다. 이러한 대형화에 따라 나타나는 문제는 다음과 같다. 첫째, 대형 건물의 경우 재난재해가 발생하면 그에 따른 인명피해가 크다. 부산항국제여객터미널의 경우 구조가 복잡하여 재난 발생 시 피난 동선이 길어짐에 따라 정보전달 지연으로 피난개시가 늦어져 대형 인명피해로 이어질 우려가 있다. 따라서 신속하고 정확한 대피경로를 알려주는 시스템이 필요한 상황이다. 둘째, 대형화에 따른 시설물 관리가 실시간으로 이루어지기 어렵다. 시설물의 이상 유무 확인이 어렵고 재산(카트 등)을 관리함에 있어서 파악이 어려우며 그에 따른 즉각적인 조치가 어렵다.



자료 : 부산항시설관리센터 홍보브로슈어(2018).

<그림 4-2> 부산항국제여객터미널 층별 안내도

## 2) 재난 정보 확인의 어려움

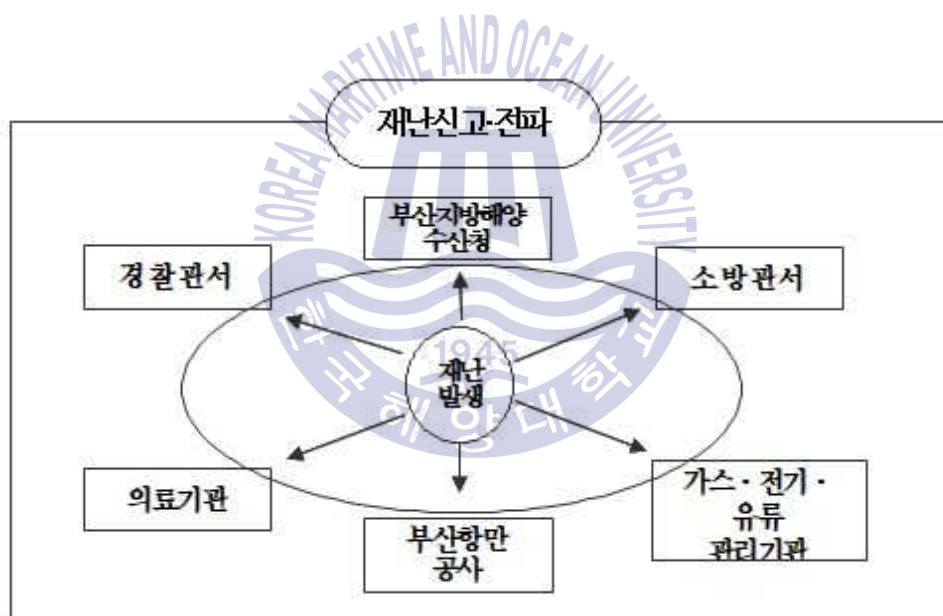
통계청 시설안전 사회조사(2년마다 조사, 건축물 및 시설물 15세 이상, “불안한 편이다”의 응답률 + “매우 불안하다”의 응답률)에 따르면 2012년 21.5%에서 2014년 51.7%, 2016년에는 34.1%로 안전에 대한 불안감이 세월호 당시 급증했고 그 이후에도 국민의 불안은 해소되고 있지 않다.

기존 재난 안전사고 대응 시스템은 정보 확인 체계가 분산되어 있어 실시간으로 정보를 제공하고 대응하는 데에 어려움이 따른다. 또한 재난 발생 시 위 <그림 4-2>에서 보듯 재난이 일어난 장소 및 재난의 종류에 대한 정확한 정보를 건물 내 이용객이나 관리자에게 즉각적으로 제공할 수 없으며, 재난에 대한 대응 지침과 안전정보와 같은 콘텐츠는 일반적인 상식 수준의 정보를 제공하여 실제 상황 대응에 큰 도움이 되지 않아 상황 발생 시 대피자가 상황을 인지하고 대응하는 데에 도움을 주지



못하는 실정이다.

또한 재난 발생 시 관련 기관의 상황 전파에 있어서 상황전파 대상이 불명확하고 분산되어 있어 책임의 소재와 신속한 대응이 어렵다. 건물 출입구의 안내도나 안내 영상을 통하여 대피로 또는 내부 구조의 동선, 배치도를 알 수 있으나 실제 재난이 발생하였을 시 장소와 시간의 부족으로 즉각적으로 대피하기가 힘들고 대규모 인원이 한꺼번에 이동함에 혼란이 발생한다. 따라서 IoT 기반 모니터링시스템을 통하여 이용자가 원하는 때에 가장 빠르고 간편한 방법으로 대피 위치 및 비상 대피로, 구조 물품의 위치 파악이 가능하여 재난 발생을 대비하고 규모를 최소화하도록 IoT 기반 기술이 필요한 상태이다.

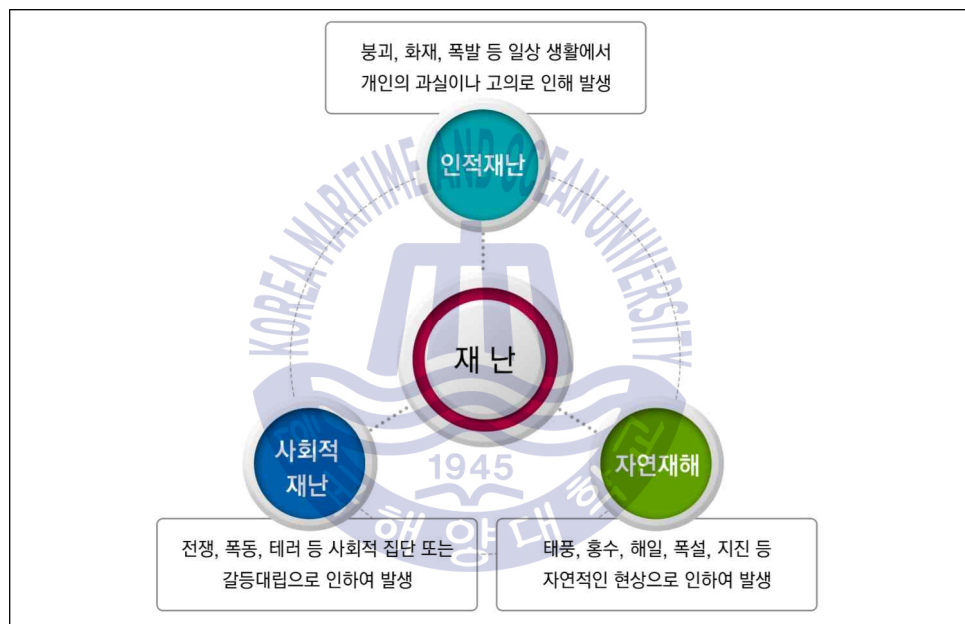


자료 : 부산항시설관리센터 재난대응메뉴얼(2014).

<그림 4-3> 부산항 재난신고 전파 기관

### 3) 복합 재난에 대한 대응 시스템 부족

현재 여객터미널의 시스템은 복합 재난에 대해서는 대응 시스템이 부족하다. 화재 상황에 대해서만 구체적인 대응 시스템이 갖추어져 있을 뿐 기타 재난이나 복합적으로 재난이 발생하였을 시 대응이 사실상 어렵다. 이에 따라 화재 발생에 대한 대응뿐만이 아닌 복합적이고 다양한 재난에 대해 신속하게 대응할 수 있으며, 재난을 예방하고 피해를 최소화할 수 있는 형태의 재난 대응 시스템이 필요하다.



자료 : 박민철,(2016)“스마트 도시환경 기반 재난안전플랫폼 비즈니스 모델에 대한 연구” p. 12.

<그림 4-4> 대형재난의 발생유형 구분

#### 4) 여객터미널 이용에 관한 개인 맞춤형 정보제공의 부재

국제여객터미널을 방문하고 이용하는 이용객들에 대한 맞춤형 정보를 제공하는 서비스 차원에서도 현재의 시스템에는 한계가 있다. 현재 부산항국제여객터미널은 여객터미널을 이용하는 이용객뿐만 아니라 15개의 기관 및 8개 선사 등 총 85업체가 입주하여 있고 서두에서 말했듯 이용객은 월 10만 명 이상이 이용하고 있다. 그에 따라 부산항국제여객터미널을 이용하는 목적이 다양하고 필요한 정보도 상이하다. 하지만 현재 제공되는 정보는 대부분 선박 이용에 관한 정보가 주를 이루어 기타 개인별 맞춤 정보가 제공되고 있지 않은 점이 개선되어야 할 점이다.

<표 4-5> 부산항국제여객터미널 상주기관 및 입주현황

구 분		상주기관 및 입주현황	
기관	15	세관, 법무부, 검역소, 정보기관 등	
선사	8	카페리3, 쾌속선5	
편의업체	25	면세점, 커피숍, 은행, 식당 등 ※임대기간 3년(최장 5년), 최고가 낙찰	
일반 사무실	21	※ 총 25실(4실 공실)	
국 제 CY	보세창고	6	
	야적장	2	하역사(동방/KCTC)
	휴게실	1	
	정비창	2	
	기타	5	급수업체, 3사 중계기, 면세품 인도장
계		80	

자료 : 부산항시설관리센터 홍보자료(2018).

#### 5) 여객 흐름 관리의 어려움

국제여객터미널은 여객선 및 크루즈 선박을 통한 관문으로서의 역할을 수행한다. 그러기에 필연적으로 이용객들의 입출항시간이나 컨벤션센터 이용에 따른 이용객 수의 편차가 크다. 이러한 편차에 따른 인력의 배치 문제 및 이용객들이 복잡한 환경에 노출되어있어 불편이 따른다. 제2국제터미널 개장으로 국제크루즈선까지 입항함에 따른 특정 시간대 혼잡도는 이용객의 터미널 이용에 불편을 가져다주며 공간 활용도를 낮춘다. 하지만 이용객이 몰리는 시간대에 대한 관리와 혼잡도를 낮추어줄 특별한 방안이 없어 고객들이 한곳에서 보내는 시간이 길어지고 공간의 활용에서도 효율성이 낮아진다.

#### 6) 사고발생 시 즉각적인 조치가 어려움

건물이 대형화되었고 그에 따른 사고가 발생하거나 재난이 일어났을 시 현재의 인력과 대응체계로는 한계점이 있다. 현재에도 모니터링은 이루어지고 있으나 사고 이후에 사고발생 원인을 찾는 데 그 목적이 이루어져 있다. 재산(비품 등)의 분실이나 도난을 방지하고 사고발생의 원인을 찾는 용도의 모니터링이 아니라 사고 이전에 사고를 감지하고 실시간 대응이 가능한 시스템의 부재로 사고가 발생하였을 시 그 상황에 즉각적인 조치가 어렵다

## 제2절 IoT 기반 모니터링시스템 운영모델

### 1. 부산항국제여객터미널 IoT 기반 모니터링시스템

위에서 살펴본 부산항국제여객터미널의 문제점을 진단하고 그에 따른 해결책으로 IoT 기반 모니터링시스템 운영방안을 모색하고자 한다. 그에 따른 모니터링시스템은 총 5가지로 도출하였다.

첫째, 재난이 발생하였을 시 IoT 센서를 통하여 실시간으로 모니터링을 하고 그에 따른 대응으로 스마트기기를 통한 정확한 재난 정보를 제공하고 비상대피경로를 알려주어 신속하고 안전하게 대피할 수 있도록 하는 재난 대응 모니터링시스템이다.

둘째, 국제여객터미널 주차장 이용 시 기존보다 이용객들에게 더 많은 정보를 제공하는 모니터링시스템이다. 이는 국제여객터미널을 이용하기 전부터 고객의 필요시 고객에게 주차장의 위치나 주차공간의 정보를 제공하고 주차장 이용 시에는 차량 주차위치 및 요금정보를 제공받을 수 있는 모니터링시스템이다.

셋째, 수하물에 IoT 기반 블루투스 센서를 부착하거나 GPS 태그를 부착하여 수하물의 위치를 확인하고 위탁할 수 있는 수하물 모니터링시스템이다. 이는 위치의 오차를 최대한 줄이기 위하여 실외에서는 GPS를 통하여 수하물의 위치를 파악하고 건물 내에서는 블루투스 센서를 통하여 수하물의 위치를 실시간으로 확인할 수 있으며 위탁을 통하여 수하물을 배송시킬 수 있는 모니터링시스템이다.

넷째, 이용객들이 부산항국제여객터미널에 방문 시 개인별 상황에 맞는 정보를 제공해주는 서비스 정보제공 모니터링시스템이다. 이는 여객터미널을 이용하는 이용객 개개인의 상황과 이용목적에 맞게 개인 디바이스를 통하여 필요한 정보를 실시간으로 제공하는 서비스로써 국제여객터미널 어디에 있던 그 정보를 획득할 수 있는 모니터링시스템이다.

다섯째, 실시간으로 시설물 상태를 확인할 수 있는 시설물 상태 모니

터링시스템이다. 이는 대형화된 국제여객터미널을 관리하는 데 시설물의 상태 및 에너지 절감을 위하여 시설물에 IoT 기반 센서를 도입하여 시설물의 상태 및 점검시기를 실시간으로 관리자에게 전달하고 뿐만 아니라 사용자가 없을 시에는 공조시스템 및 조명 등의 시설물이 자동으로 제어되어 에너지 절감 효과를 높일 수 있는 시설물 상태관리 모니터링 시스템이다.

#### 1) 재난대응 IoT 기반 모니터링시스템 운영모델

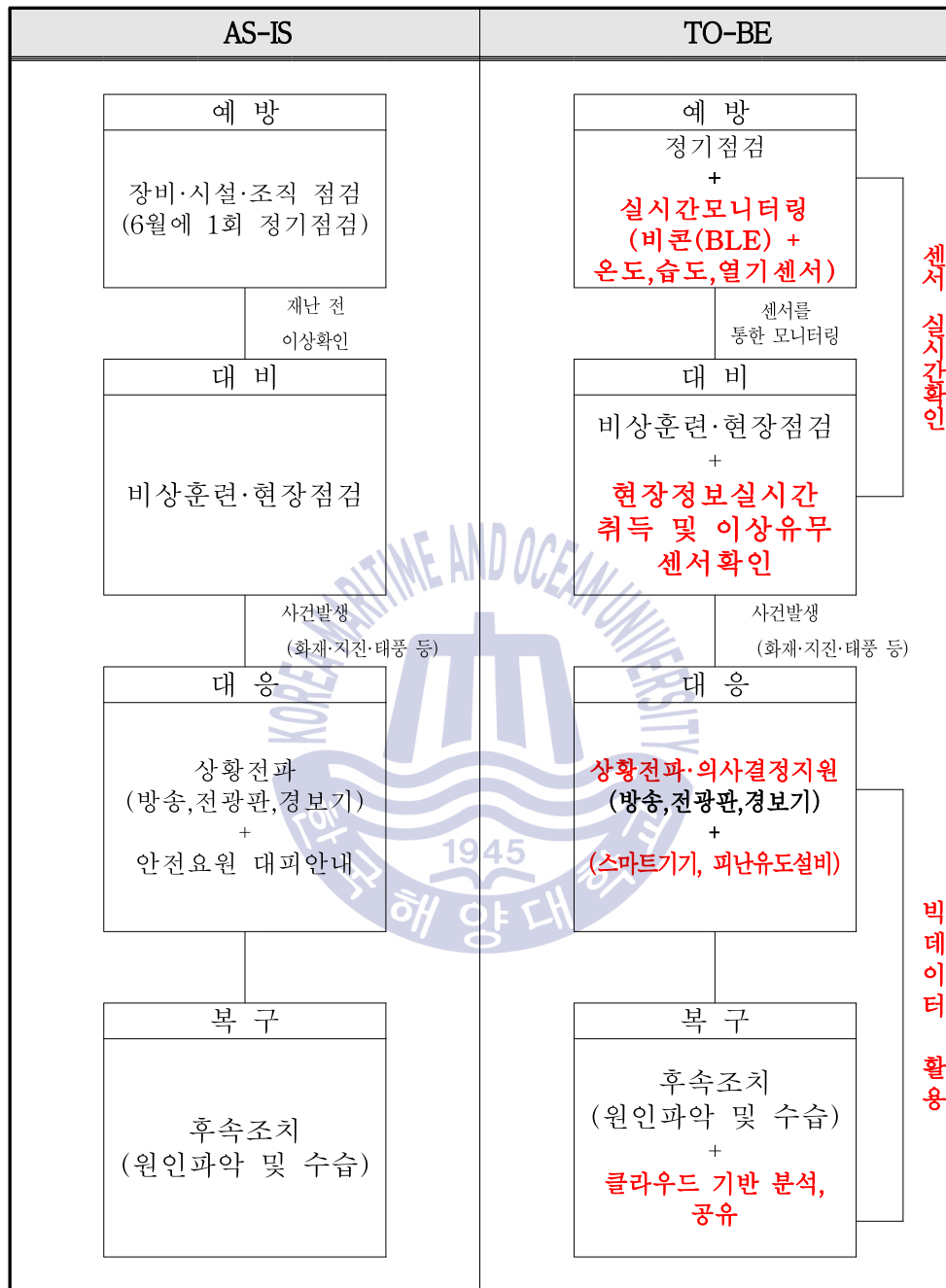
2014년 세월호 사건 이후 안전에 대한 국민적인 관심이 갈수록 고조되고 있고 불특정다수의 사람들이 밀집해서 이용하는 여객터미널의 경우 재난과 각종 사고에 대한 예방이나 대책에 있어서도 국민적인 관심이 높아지고 있다. 재난안전에 대한 대응을 더욱 실용적으로 실시하기 위해서는 재난발생 시에만 시스템이 작동하는 것이 아닌 재난에 즉각적으로 대응하기 위하여 상시적으로 IoT 기반 모니터링시스템을 운영되다가 재난 발생 시 재난상황으로 전환될 수 있도록 구축되어야 한다.

그리고 재난에 대한 대응에 있어서 하나의 재난에 대한 대응보다는 복합적인 재난에 대해 모두 적용이 가능한 방향으로 구축되어야 한다. 기존 사고는 예방-대비-대응-복구의 단계별 대응전략에 기반을 둔 위기 관리 방법론에 근거해 대비하고 있다. 예방차원에서는 연간 교육·훈련 실시 계획을 세우거나 교육·훈련을 통해 필수적인 대응능력 습득 및 훈련하고 있다. IoT 기반 모니터링시스템은 기존의 대응 체계에서 4차 산업 기술 중 IoT 센싱 기술을 이용하여 실시간으로 재난 정보를 전파하고 신속하고 안전한 대피경로를 다수의 인원에게 제공하여 인적, 물리적 피해를 최소화하는 재난 대응을 목적으로 한다.

<표 4-6> 흐름도는 현재 재난에 대응하고 있는 비상대응 흐름도와 IoT 기반 모니터링시스템이 적용된 다음의 재난대응 흐름도를 As-Is, To-Be 모형으로 도식화했다.



<표 4-6> 부산항국제여객터미널 재난대응 흐름도 비교



재난상황에 따라 재난에 대응하는 4단계인 사전 예방단계에서부터 재난에 대한 대비, 대응, 복구 단계까지 재난대응 IoT 모니터링시스템을 통해 대응할 수 있다. 이를 전체적으로 도식화하면 <그림 4-5>과 같다. 예방 및 대비단계에서 IoT 센서는 실시간으로 이상 징후를 감시하고 재난 관련 이상 징후 뿐만 아니라 시설물의 상태와 노후화 정도를 파악하여 재난 시 조치가 가능하도록 한다. 이상 징후 발생 시에는 특정 센서로부터 이상징후를 감지하고 감지된 센싱 정보를 서버로 전송한다. 기존에 저장된 재난 대응 안내 정보를 스마트기기 화면에 출력 및 안내방송 송신을 통하여 신속한 전파가 이루어진다. 서버에서는 센싱 정보를 종합해 재난여부 및 재난 크기 수준을 판단하고 전송된 재난정보는 앱이나 비상대피안내 통해 자동으로 알린다. 서버는 지속적으로 대피자 개개인의 위치정보를 취득하여 재난정보와 대피자 밀집정보, 건물정보를 종합해 각 대피자의 사용위치기반 안전경로를 계산하여 대피를 신속하게 조치한다. 만약 재난 발생 시 대피가 불가능할 경우에는 서버에서 지속적으로 수신한 센싱 정보 및 제보 정보를 바탕으로 대피경로 유무를 판단, 대피공간 내 생존가능시간을 계산하여 관리자에게 알려주고 대피자에게는 대피공간 안내와 위치에 대한 정보 및 생존요령 정보를 실시간으로 전송하여 생존가능성을 높인다.



<그림 4-5> 부산항국제여객터미널 재난대응 모니터링시스템

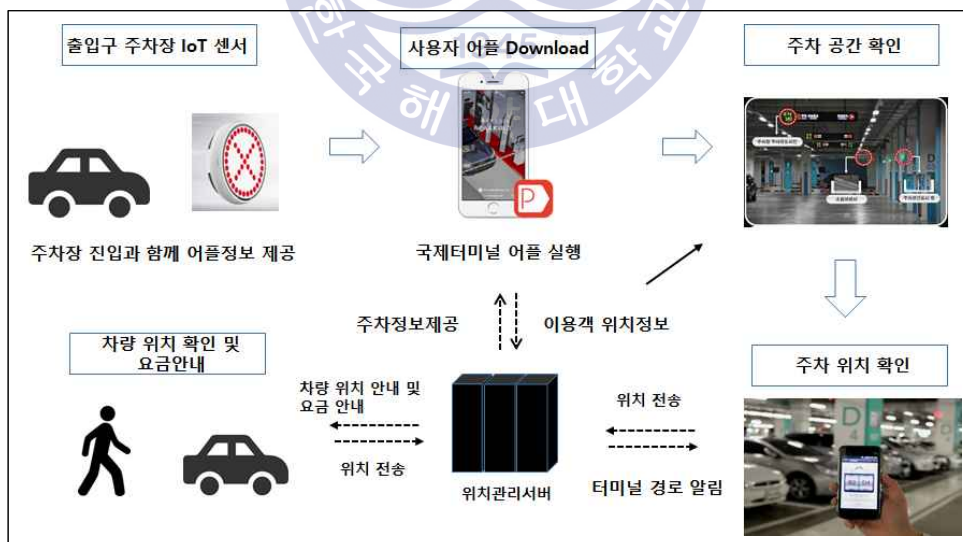
## 2) 주차장 IoT 기반 모니터링시스템 운영모델

IoT 기반 환경을 구축해 부산항국제여객터미널 이용객이 주차한 차량의 위치를 식별하고 주차 위치 안내 서비스를 제공하여 서비스의 품질을 향상시키고자 한다. 기존 시스템은 차량을 식별하기 위해 고화질 카메라를 이용하여 주차된 차량의 번호판을 인식하는 방법을 이용하고 있다. 또한 주차장에 위치를 확인하기 보다는 주차공간의 유무만을 확인하여 주차 후 차량의 위치를 안내받거나 국제여객터미널로 들어가는 경로를 제공받지는 못하였다. 이를 개선하기 위하여 IoT 기반 주차장 모니터링 시스템을 제시하고자 한다.

기존 주차관리 시스템에 IoT 환경을 적용하여 구축된 IoT 기반 주차장 모니터링시스템은 주차장 내에서만 정보를 제공받는 것이 아니라 국제여객터미널 앱을 통하여 주차공간 유무를 확인 할 수 있으며 국제여객터미널 주차장 진입 후에는 사용자별로 차량을 식별할 수 있다. 기존 이용되고 있는 주차장 이용 흐름과 IoT 기반 모니터링시스템 운영모델의 주차장 흐름을 아래 <표 4-7>에서 비교할 수 있다. 그에 따라 IoT 기반 모니터링시스템이 운영되면 다양한 서비스가 가능하게 된다.

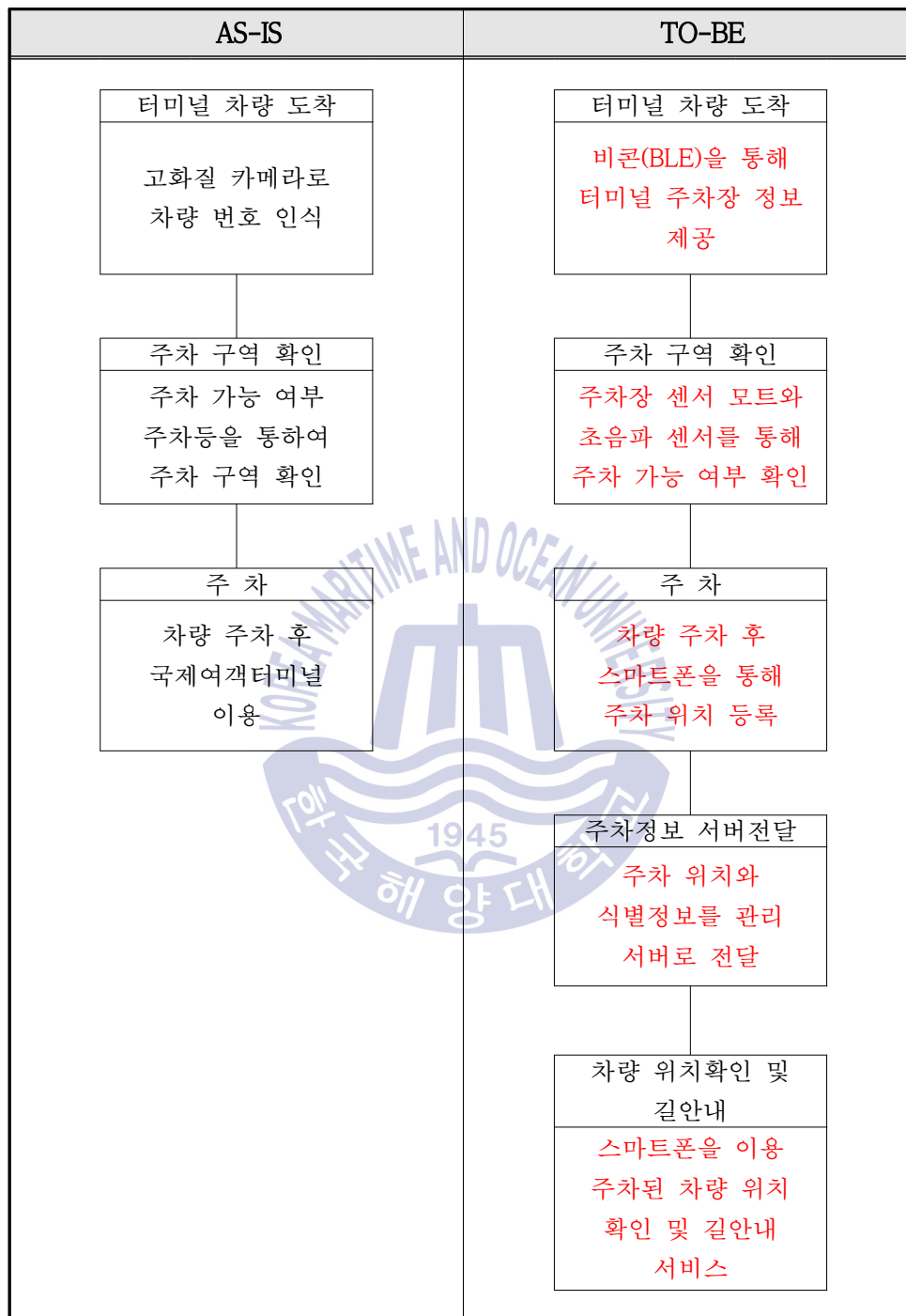
주차장 IoT 기반 모니터링시스템은 각 주차 구역에 설치되는 센서, 주차장 내 현황 정보와 각 주차 공간의 식별 정보를 저장하기 위한 주차장 관리 서버, 이용객이 주차장을 이용시에 차량의 위치에 대한 정보를 제공하며 차량의 위치를 저장하고 주차된 차량까지의 경로 안내 및 기타 서비스 정보를 제공할 수 있는 기능을 가진 어플리케이션으로 구성된다. 주차장 센서는 초음파 센서와 블루투스 모듈로 구성되며 각 주차공간에 하나씩 설치된다. 초음파 센서를 통해 주차공간의 점령 여부를 판단하고 서버에 주차장 현황을 전송한다. 블루투스 모듈은 사용자의 디바이스와 통신하여 개별 차량 정보를 수신하고 주차장 내부에서 사용자의 위치 인식을 위한 Beacon의 역할을 한다. 주차장 관리 서버는 주차장 센서로부터 주차장 점령 여부 및 차량 식별 정보를 수집한 주차장의 실시간 현황

을 유지하며 사용자의 스마트폰에 주차장 현황이나 차량의 위치를 전송한다. 어플리케이션은 사용자의 스마트폰에 설치되며 주차장 관리서버와의 통신을 통한 실시간 주차장 현황 제공, 주차장 센서와 통신을 이용한 사용자의 위치 인식할 수 있고 주차장 재 이용시 차량까지의 이동 경로를 제공하고 부가서비스로 주차 요금 등의 정보를 제공받을 수 있다. IoT 기반 주차장 모니터링시스템의 흐름은 다음과 같다. 차량이 주차장에 진입전 이용객은 주차공간의 점유 여부를 어플리케이션을 통해 확인할 수 있고 주차장으로 들어오면 주차장 센서 모트는 초음파 센서를 이용하여 주차 위치를 안내한다. 주차를 마친 사용자는 자신의 스마트폰을 이용하여 자신의 주차 위치를 등록하고 사용자는 미리 설치된 스마트폰 어플리케이션을 이용하여 블루투스 통신을 통해 차량의 위치를 전달한다. 차량정보를 수신한 초음파 센서는 주차 위치를 관리 서버로 전달한다. 관리서버는 주차장의 모든 주차 구역의 차량 및 사용자의 위치를 저장하고 제어한다. 마지막으로 사용자는 스마트폰에 설치된 어플리케이션을 이용하여 자신의 주차 위치를 찾고 주차장 내에서 길안내 서비스를 받을 수 있다. 이를 전체적으로 도식화하면 <그림 4-6>과 같다.



<그림 4-6> 부산항국제여객터미널 주차장 모니터링시스템

<표 4-7> 부산항국제여객터미널 주차장 흐름도 비교



### 3) 수하물 모니터링시스템 운영모델

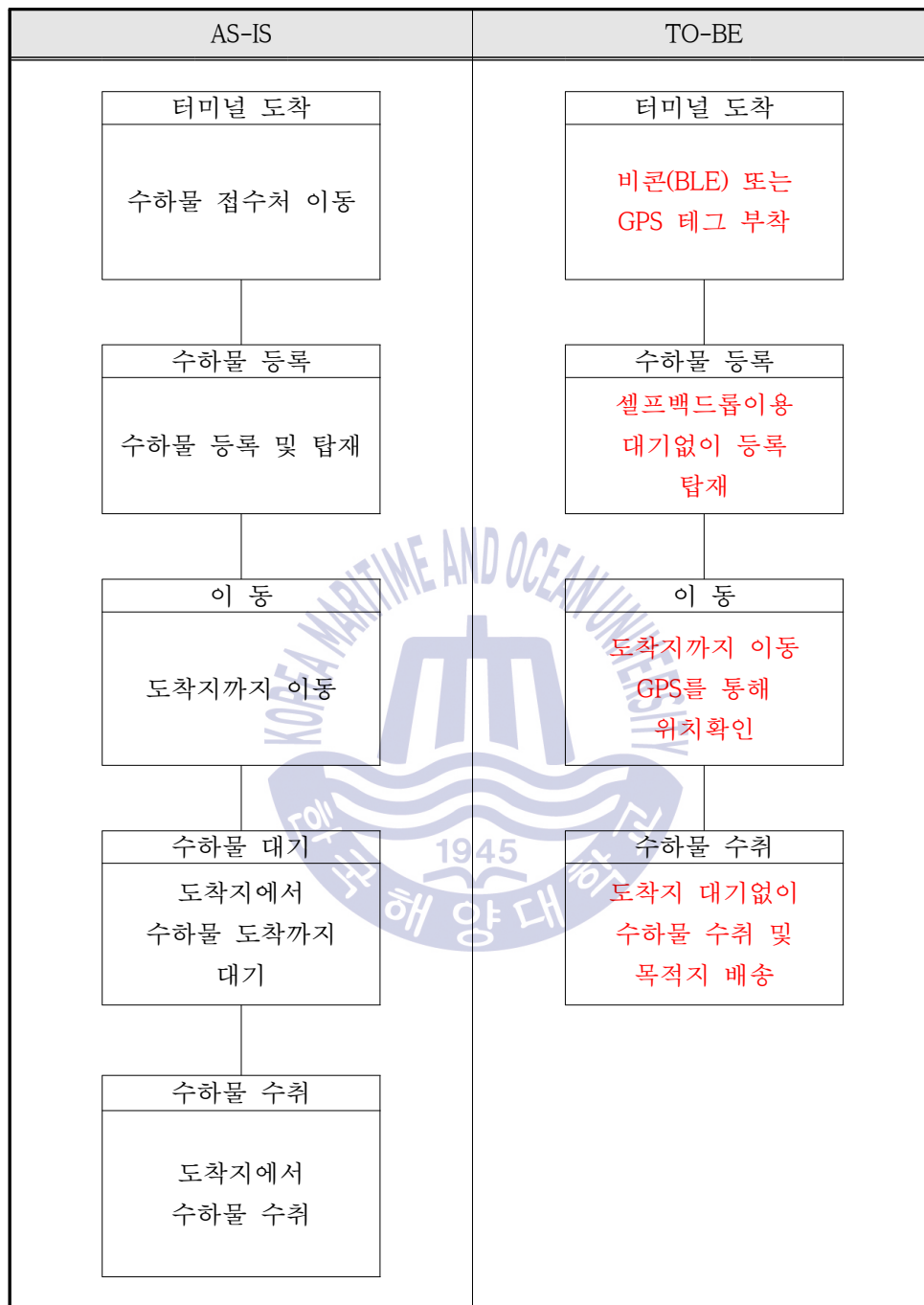
국제여객터미널에서 제공되고 있는 수하물에 대한 서비스는 대부분 수속과정에서 여행사나 선사에 안내 및 수속절차에 따라 여객선에 싣는 것에 목적이 있었다. 이는 이용객들에게 제공되는 서비스라기보다 여행하는 동안 필요한 수하물을 전달해주는 것에 지나지 않았다. 하지만 이 과정에서 수하물을 적재하기 위해 대기해야하는 많은 시간이 소요되며 이에 따라 이용객들은 불편을 겪고 있다. 수하물에 대한 진행과정을 단순화하고 신속화할 수 있는 시스템을 구축하는 것이 그 목적으로 고객의 대기시간을 최대한 줄여줄 수 있는 수하물 모니터링시스템을 운영하고자 한다. 수하물 모니터링시스템은 현재 국내외 공항에서 도입을 검토하고 있다.

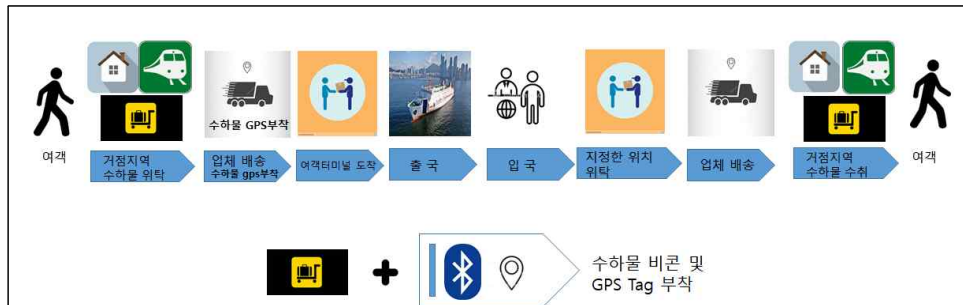
수하물 모니터링시스템은 부산역과 인접해있는 점을 이용하여 KTX역에서 수하물을 위탁하면 부산역이나 부산항국제여객터미널로 수송하는 서비스를 도입하여 국제여객터미널에 오지 않고 수하물을 위탁 후 국제여객터미널 셀프백드롭 카운터에서 수하물을 위탁하여 목적지까지 수하물이 이동하게 된다. 이 과정에서 수하물에 GPS 태그나 블루투스 기반 기술인 비콘을 이용하여 수하물의 위치를 이용객은 제공받을 수 있다. 뿐만아니라 부산역이 아닌 국제여객터미널에서도 셀프백드롭 카운터에서 직접 수하물을 위탁할 수 있고 더 나아가 자택에서 수하물을 위탁하여 국제터미널 셀프백드롭 카운터까지 수송하는 시스템을 구축할 수 있다.

이에 따른 수하물 흐름도를 기존과 IoT 기반 모니터링시스템 도입 후를 비교하면 <표 4-8>과 같다. 수하물 모니터링시스템은 서비스 제공차원에서 제공되는 것이다. 이를 통한 이점으로 여객들의 서비스 편의를 들 수 있다. 이용객들은 국제여객터미널에서 수하물 위탁을 위해 소비하는 시간을 최대한 줄일 수 있고 그에 따라 국제여객터미널 내 기타 서비스 시설을 이용할 수 있는 시간도 늘어나게 되어 서비스 산업의 이윤 창출에도 기여할 것이다.



<표 4-8> 부산항국제여객터미널 수하물 흐름도 비교



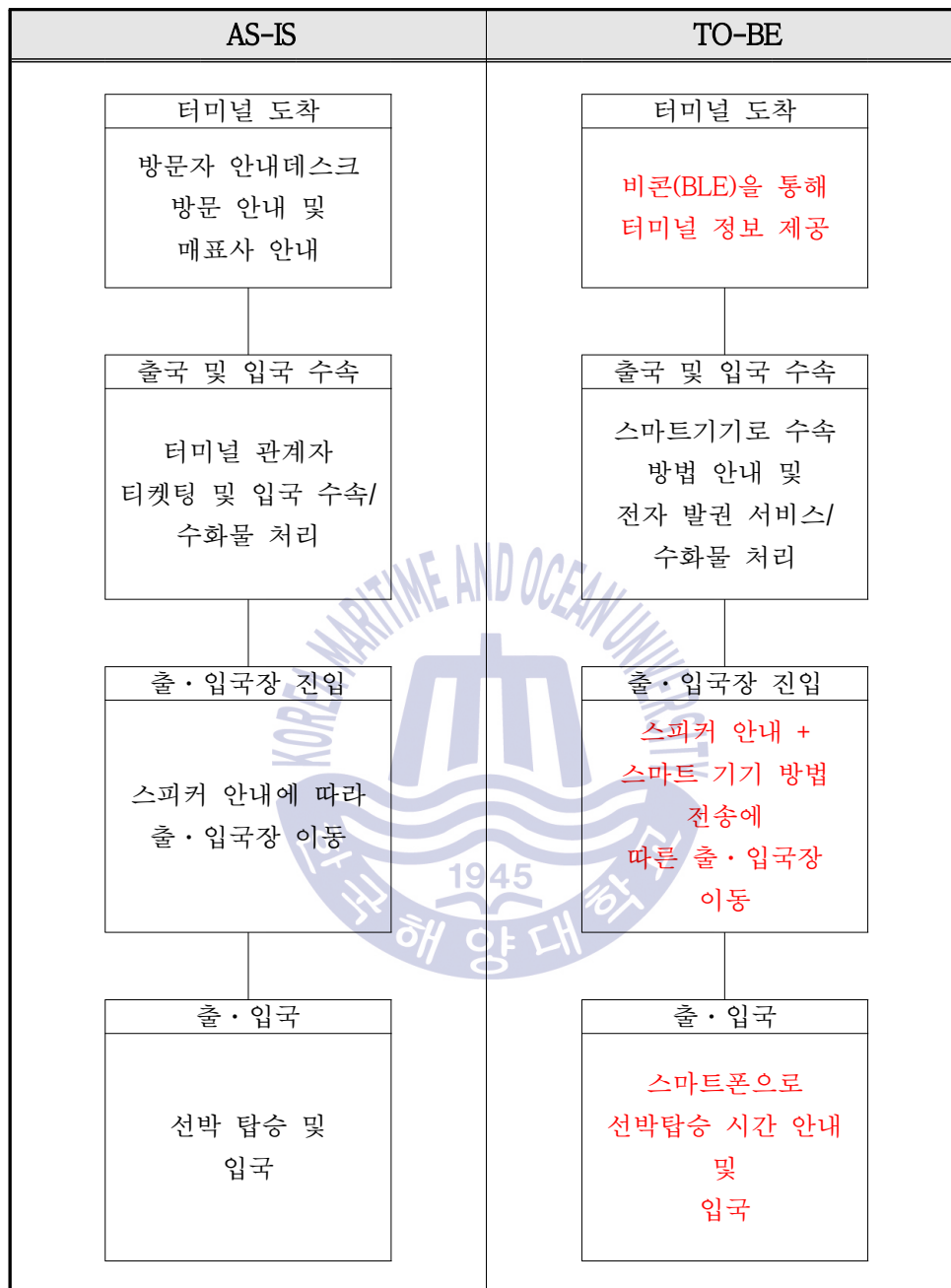


<그림 4-7> 부산항국제여객터미널 수하물 모니터링시스템

#### 4) 서비스 정보제공 모니터링시스템 운영모델

비콘의 위치인식 기반 기술을 활용하여 우선 국제여객터미널 이용객들에게 복잡한 길을 안내 한다거나 입국절차 및 출국절차를 안내받을 수 있다. 현재 국제여객터미널은 규모의 대형화로 우선 이용자들에게 시설물의 정보를 제공하는 것이 필요하다. <그림 4-8>에서 도식화한 것은 이용객의 개인별 정보제공을 위하여 개개인의 위치를 확인 후 정보를 제공하고 있는 것을 나타낸다. 개인이 국제여객터미널 출입 시 앱이 실행되고 이용객은 본인의 위치에 따라 시설의 정보를 제공받는다. 이는 터미널 내 시설물에 비콘을 설치하여 자동으로 이용객의 위치에 대한 정보를 제공받는다. 또한 위치 기반 모니터링시스템을 통해 입출국시 수속과정에서 스마트기기로 수속 방법을 안내받거나 전자 발권 서비스를 통하여 이용객들의 편의를 제공하면서 입출국절차가 간소화시켜 서비스의 향상시켰다. 수속과정 모니터링시스템과 수하물처리 모니터링시스템을 이용하면 대기 시간이 감소하고 그에 따른 여유 시간 활용을 통하여 국제여객터미널 기타 시설의 이용실적 향상과 이윤창출에도 기여하게 된다. 현재의 입출국 절차 비교와 함께 비콘 기술 도입에 따라 간소화된 입출국절차를 도식화하면 <표 4-9>과 같다.

<표 4-9> 부산항국제여객터미널 수속과정 흐름도 비교





<그림 4-8> 부산항국제여객터미널 서비스 정보제공 모니터링시스템

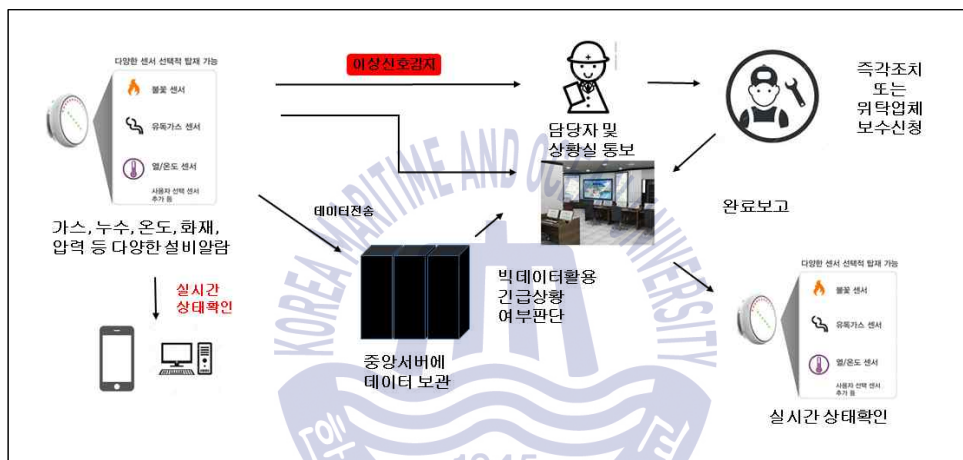


<그림 4-9> 부산항국제여객터미널 수속과정 모니터링시스템

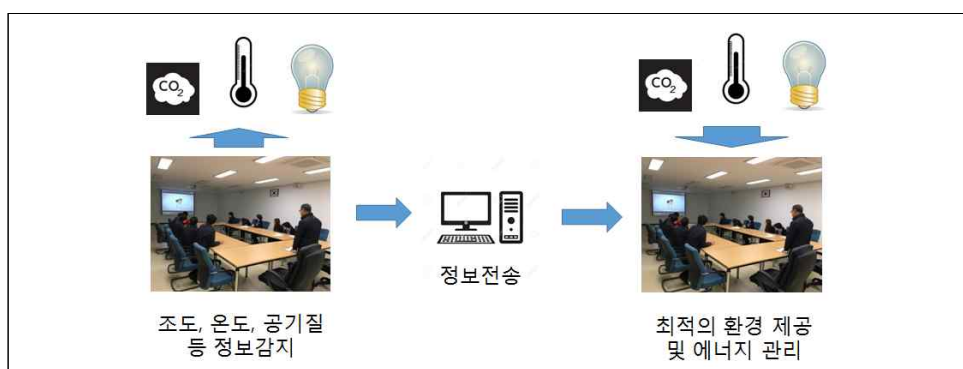
##### 5) 시설물 상태 모니터링시스템 운영모델

국제여객터미널 시설상태 및 자산(카트 등)의 관리를 위해 실시간으로 위치나 고장여부 등의 정보를 수집하여 시설물 상태를 관리하는 모니터링시스템을 운영하고자 한다. 기존의 시설물 관리는 인력에 의존하여 관리되어 왔으나 앞으로는 데이터를 기반으로 하여 사용횟수와 구입연도별로 관리하여 고장 후 처리가 아닌 사전예방 차원에서 관리가 가능하다.

현재 시설물 상태는 일 단위나 주단위로 정기정검을 통한 시설물 상태를 확인하는 것으로 고장 이후에 조치를 취하는 점에서 관리비용이 많이 소요된다. 하지만 IoT 센서를 통한 실시간 모니터링시스템은 고장 전 고장 징후를 파악할 수 있고 고장 시에도 실시간 이상신호 감지가 가능하여 즉각적인 조치가 가능하기에 적은 비용으로 수리가 가능하여 관리비의 절감효과를 가져온다. 뿐만 아니라 조도, 온도를 IoT 센서를 통해 자동제어함에 따라 에너지 소비량을 빅데이터를 통해 파악하는 에너지관리 시스템을 구축하여 에너지효율도 향상시킬 것이다.

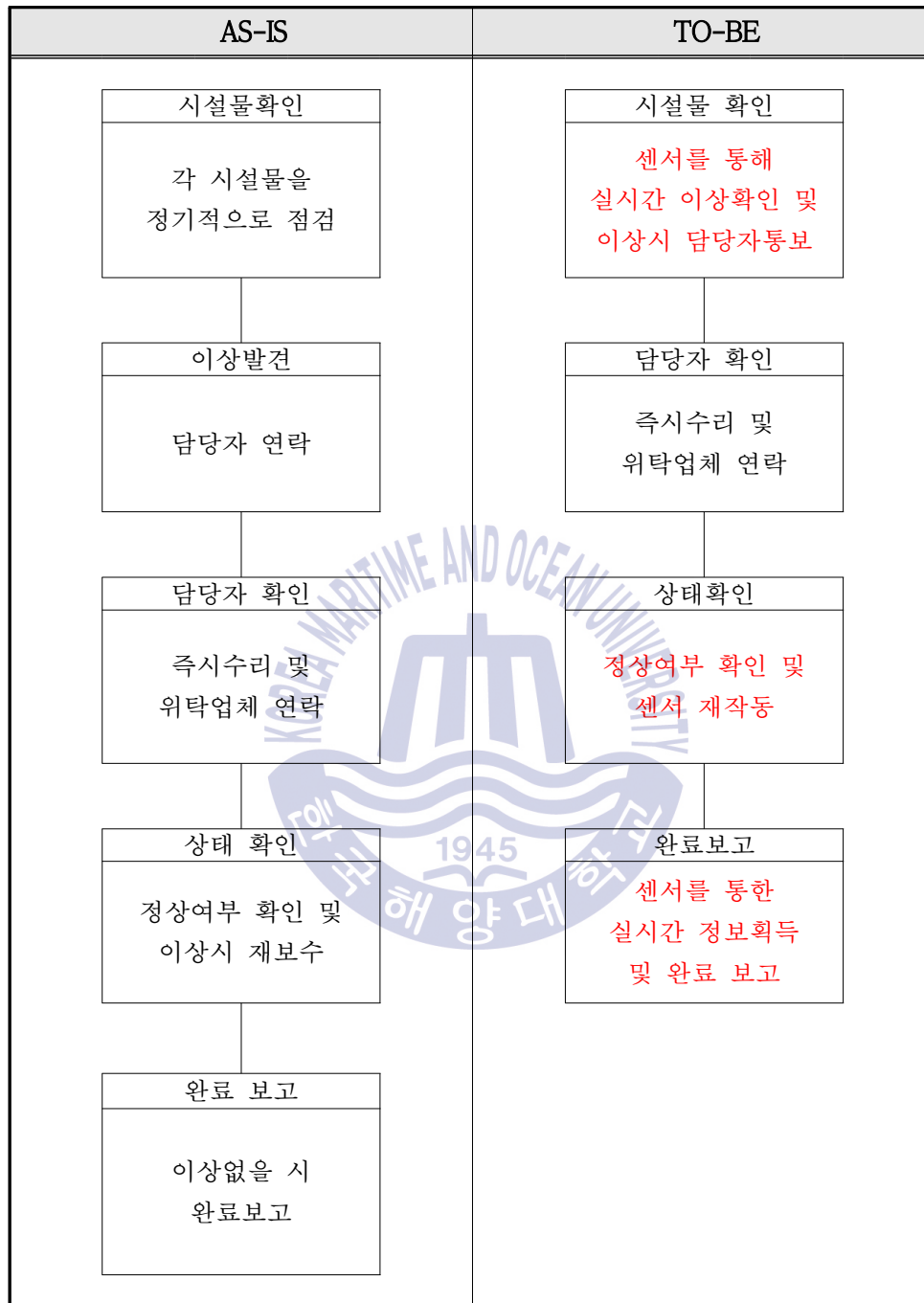


<그림 4-10> 부산항국제여객터미널 시설물 상태 모니터링시스템



<그림 4-11> 부산항국제여객터미널 에너지 관리 모니터링시스템

<표 4-10> 부산항국제여객터미널 시설물 상태 확인 흐름도 비교





### 제3절 IoT 기반 모니터링시스템 운영에 따른 효과

#### 1. IoT 기반 모니터링시스템 운영에 따른 개선사항

##### 1) IoT 기반 모니터링시스템 운영에 따라 인력의 효율적인 배치 가능

2018년 8월 기준 국제여객터미널을 관리하는 인원은 총 102명이다. 그 중 국제여객터미널 안내 분야 4명, 안전 분야 11명이 고객 접점에서 고객이 필요한 정보 제공 및 사고 관련 안전업무를 통해 고객서비스를 제공하고 있다.

<표 4-11> 부산항국제여객터미널 인원현황  
(총원 102명 / '18.8.30 현재)

구 분	일반직	기술직	단순직
계	22명	29명	51명
담 당 업 무	총괄 2 행정 5 안내 4 안전 11	전기 7 기계 9 소방 5 통신 4 건축 3 전산 1	주차 13 미화 38

연면적 79,618㎡의 건물을 안내하기 위해서 배치하는 인원으로는 부족한 것이 사실이다. 따라서 현재 안내데스크에 근무하며 고객들이 정보를 필요할 때 방문하여 정보를 제공받는다. 또한 안전요원들은 1층 주차장부터 2층, 3층 출입국장 현장에 배치되어 이용객들의 안전사고 대응한다.

여기에 IoT 기반 모니터링시스템이 운영된다면 고객들은 안내데스크

에 꼭 찾아갈 필요가 없으며 안전사고 발생 시 즉각적인 조치가 가능하고 빅데이터를 통해 사고빈도가 높은 곳에 집중적으로 인원을 배치할 수 있다.

## 2) 실시간 모니터링을 통하여 즉각적인 조치 및 서비스 제공

IoT 기반 실시간 모니터링시스템은 이용객의 필요시 즉각적인 서비스 제공이 가능하다. 또한 위에서 언급한 것과 같이 사고 발생 시 또는 시설물의 이상 시 즉각적인 조치가 가능하다. 기존 시스템에서는 인지하기가 어려운 이상에 대해서 실시간 감시가 가능하고 이용객들의 안전을 도모하기에 효과가 크다.

국제여객터미널 시설 및 비품(카드 등)들의 관리에 있어서 각 센서를 통해 위치를 파악할 수 있고 고장 발생 시 실시간으로 이상 정보를 확인할 수 있으며 사용 횟수나 구매 시기 등을 통하여 사전에 예방점검도 가능하여 그에 따른 큰 보수비용보다는 비용을 절감할 수 있어 관리 비용이 절감된다.

## 3) 상시 모니터링시스템을 통한 재난발생시 피해 최소화 및 대응 신속화

재난 대응 모니터링시스템을 통하여 기존 재난 대응 단계인 예방-대비-대응-복구의 단계별로 대응의 신속화에 따라 피해를 최소화할 수 있다. 예방-대비 단계에서 IoT 기반 실시간 모니터링이 이루어지고 재난이 일어나기 전 상시 감시가 가능하다. 재난이 발생에 따른 대응 단계에서는 화재뿐만 아니라 복합재난이 발생 시 이용객 개개인의 위치를 파악하여 피해를 최소화할 수 있으며 많은 인원이 한꺼번에 이동함에 따르는 피해들을 최적의 대피 경로 안내를 통하여 신속하게 대피할 수 있게 할 수 있다. 또한 복구 단계에서는 재난 대응에 대한 자료를 제공해주고 사고 원인 파악 및 가장 효과적인 후속 조치 정보를 담당자에게 제공해준다.

#### 4) 개인 맞춤형 서비스 제공을 통하여 고객만족도 향상

국제여객터미널을 이용하는 이용객들의 가장 큰 이용 목적은 출입국을 위한 터미널 이용이다. 출입국 수속에 대한 개인별 맞춤 정보가 제공된다면 수속시간이 최소화되고 수하물 모니터링을 통해 처리 시간이 단축되어 터미널에서 머무르는 시간 동안 기타 서비스시설을 이용하는 시간이 늘어난다. 이에 따른 서비스 시설의 정보 또한 이용객들에게 제공되어 편리하게 국제여객터미널을 이용할 수 있다. 뿐만 아니라 사전에 스마트애플리케이션을 통하여 주차가능 여부 확인 및 주차위치 확인 서비스도 제공하여 이용객들의 니즈에 부합하는 서비스 제공을 통해 고객만족도가 향상된다..

#### 5) 공간 활용의 최적화를 통한 터미널 쾌적성 향상

IoT 센서를 통하여 여객들의 위치가 위치 기반 서버에 기록되고 이는 빅데이터로 활용된다. 빅데이터는 여객들의 혼잡 정도를 예상할 수 있고 이용객들이 최소한 시간으로 혼잡한 지역을 벗어날 수 있도록 정보를 제공해준다. 이는 여객 흐름 정보를 통하여 공간의 활용도를 증가시키고 공간 활용의 최적화를 통하여 쾌적한 터미널을 만들 수 있다. 실시간 모니터링시스템은 이용객들의 혼잡지역에 머무르는 시간을 줄여주어 불편사항은 줄이고 신속한 여객처리를 통해 효율적 항만 운영이 가능함에 따라 운영의 효율성과 고객의 편리성을 함께 향상된다.

#### 6) 에너지 효율 향상에 따른 관리비용 절감

IoT 기반 센서를 통하여 시설물의 상태 및 점검시기를 실시간으로 관리자에게 전달하여 적절한 시기에 시설물 점검 및 보수 처리를 통한 관리비용 절감의 효과가 있다. 또한 건물 내 사용인원 여부를 센서를 통

해 확인하여 사용자가 없을 시에는 공조시스템 및 조명 등 조도, 온도를 자동제어하고 빅데이터를 활용한 에너지 소비량을 파악하는 에너지관리 시스템을 통하여 에너지 절감 효과를 높일 수 있다.

## 2. IoT 기반 모니터링시스템 운영에 따른 기대효과

### 1) 신기술 도입으로 스마트 여객터미널 이미지 제고 및 홍보 효과 창출

IoT 기반 기술 모니터링시스템 운영으로 4차 산업혁명의 선도주자라는 이미지 부각과 첨단기술 도입에 따라 스마트항만 이미지를 제고한다. 이러한 이미지 확립에 따른 국제여객터미널의 선진 항만서비스는 하나의 국가 브랜드가 되어 부산을 넘어 대한민국을 방문하는 관문 차원에서 랜드마크로써 국외 홍보 효과를 창출할 수 있다.

### 2) 4차 산업혁명 분야 및 파생 서비스 시장 확대에 따른 일자리 창출 효과

4차 산업혁명의 신기술 도입에 따라 IoT 센서 및 빅데이터 기술, AI, VI 등 다양한 기술의 시장이 확대되어 하나의 사업으로 성장하고 있다. 이는 그 분야의 일자리 창출효과로 산업의 성장을 이바지한다. 또한 파생 서비스 차원에서 수하물 배송, 전시·컨벤션 사업 마케팅에서도 신사업이 만들어지고 IoT 기술의 도입에 따른 일자리가 감소할 것이라는 예상과 달리 기존 산업과 더불어 일자리가 증가하게 된다.

### 3) 여객 처리능력 향상으로 시설 확충 및 운영비용 절감 효과

여객의 흐름에 따른 공간 활용의 최적화는 공간 활용도를 향상시키고 그에 따른 운영의 효율성이 높아진다. 이에 따라 동시간 이용할 수 있는 이용객 수가 늘어 인원수요 증가에 따른 시설 확충의 필요성이 감소된

다. 시설 확충에 들어가는 비용 부분을 신기술 및 신사업 도입 비용으로 전환하여 국제여객터미널 운영의 탄력성이 높아져 운영의 효율성이 증가하는 것이다.

#### 4) 맞춤형 서비스를 통하여 항만 내 기타 서비스 분야의 매출 증가

개인 맞춤형 서비스는 수하물 서비스 및 전시·컨벤션 사업 등에 있어서 개인이 필요한 서비스를 제공받음으로써 맞춤형 마케팅으로 홍보효과를 높이고 이용하는 고객에게 기타 서비스시설의 정보를 제공하여 터미널을 이용함을 편리하게 할 수 있어 이용객의 만족도 및 편리성 향상에 따라 서비스 업체의 매출도 증가할 것이다.

#### 5) 에너지 절감에 따른 이산화탄소 절감 및 환경보호에 기여

주차장 모니터링시스템을 통하여 불필요한 차량 운행을 줄이고 그에 따른 차량흐름이 개선되어 이산화탄소 저감 효과가 있다. 또한 국제여객터미널에 조도, 온도를 자동으로 제어하여 에너지 소모량을 줄이고 사용량에 따라 빅데이터를 활용한 에너지 관리시스템을 도입하여 에너지 절감을 통한 환경보호에도 기여할 것이다.

## 제5장 결 론

### 제1절 연구의 요약 및 시사점

4차 산업혁명이라는 시대의 흐름과 맞물려 글로벌 산업분야에 IoT 기반 기술이 다양하게 접목되고 있다. 기존 선행연구들에서도 IoT 기반 기술을 통하여 공공시설물에 적용하는 연구는 다양한 분야에서 이루어지고 있었다. 특히 공공시설인 공원시설이나 도시철도, 공항 등의 시설에 IoT 기반 센서를 통한 모니터링시스템 연구가 진행되었고 화재 등 재난 시에 IoT 기반 기술을 통한 대응에 대한 연구도 진행되었다. 하지만 항만분야에서는 아직 4차 산업혁명 관련 IoT 기반 연구가 미흡하였고 다중이용시설이며 항만시설이기도한 부산항국제여객터미널에 대한 연구가 타 선행연구와 차별화된다고 판단되었다. 본 연구에서는 항만시설 중에서 국제여객터미널을 대상으로 IoT 기반 모니터링시스템을 접목해 보았다. 따라서 국제여객터미널의 현재의 관리상의 문제점을 살펴 그 문제점을 해결하기 위해서 IoT 기반 모니터링시스템이 어떻게 구축되는지 살펴보았다.

먼저 현재 국제여객터미널의 문제점을 진단해 보았다. 첫째, 규모가 대형화되어 인력만으로 관리에 어려움이 있다. 둘째, 재난에 대한 즉각적인 대응이 어렵다. 셋째, 상황에 따른 개인별 정보 제공이 어렵다. 넷째, 이용객의 흐름이 관리되지 않는다. 다섯째, 시설물의 이상 유무를 확인하기 어렵다. 그에 따라 이러한 문제점을 해소하기 위하여 본 연구에서는 5가지 IoT 기반 모니터링시스템 운영모델을 제안하였다.

첫째, 재난이 발생하였을 시 IoT 센서를 통하여 실시간으로 모니터링을 하고 그에 따른 대응으로 스마트기기를 통한 정확한 재난 정보를 제공하고 그에 따른 비상 대피경로를 알려주어 신속하고 안전하게 대피할 수 있도록 하는 재난 대응 모니터링시스템이다.

둘째, 국제여객터미널 주차장 이용 시 주차정보를 제공받는 주차장 모니터링시스템이다.



셋째, 수하물에 IoT 기반 센서를 부착하거나 GPS 태그를 부착하여 수하물의 위치를 확인하고 위탁할 수 있는 수하물 모니터링시스템이다.

넷째, 이용객들이 부산항국제여객터미널에 방문 시 개인별 상황에 맞는 정보를 제공해주는 서비스 정보제공 모니터링시스템이다.

다섯째, 실시간으로 시설물 상태를 확인할 수 있는 시설물 상태 모니터링 시스템이다.

본 연구에서 제시한 다섯 가지 IoT 기반 모니터링시스템 운영모델을 통하여 실무적 시사점으로는 첫째, 대규모 시설물에 대한 인력을 효율적으로 배치할 수가 있어 국제여객터미널의 효율적인 관리가 가능하다는 점이다. 둘째, 실시간 모니터링시스템은 만일의 재난에 대하여 재난 발생 시 피해를 최소화하고 대응을 신속하게 할 수 있어 재난 대응에 대한 이용객들의 불안을 해소하고 안전대비 신뢰성을 제공할 수 있다. 셋째, 이용객들은 맞춤형 정보를 제공받게 되고 그를 통한 서비스의 품질이 향상된다.

학문적 시사점으로는 첫째, 항만시설 중 부산항국제여객터미널에 IoT 기반 기술의 접목을 시작으로 기타 항만시설에도 IoT 기반 기술이 적용될 수 있는 발판을 마련했다. 둘째, 기타 산업분야에서도 IoT 기반 모니터링시스템을 통하여 고객서비스를 향상할 수 있는 여러 가지 대안을 제시했다. 셋째, 개념적 운영모델을 통하여 실제 구축 시 필요한 이론적 배경 및 시스템을 도식화하여 향후 연구의 바탕을 마련했다.

## 제2절 연구의 한계점 및 향후 연구방향

본 연구는 위에서 언급한 바와 같이 학문적, 실무적 시사점을 제공함에도 불구하고 다음과 같은 한계점이 있다.

첫째, 개념적 비즈니스 모델을 제안하고 있어서 실제 구축까지는 진행하지 못하여 실증적으로 효과가 검증되지 않았다. 둘째, 항만 종사자들의 IoT 기반 모니터링시스템 필요성에 대한 인식 검토가 없다는 점에서 본 연구의 한계가 있다.

본 연구의 한계점을 바탕으로 향후 필요한 연구 방향은 다음과 같다.

첫째, 제안한 운영모델을 부산항국제여객터미널에 실제 IoT 기반 모니터링 시스템을 구축하기 위한 실증적 연구가 필요할 것이다. 둘째, IoT 기반 기술에 대한 고객이나 항만 내 종사자들의 인식변화에 대한 연구가 필요할 것이다.



## 참 고 문 헌

### 국내 문헌

- 김대호(2013), “무인시설물의 LED조명제어 및 통신을 위한 스마트폰 APP기반 모니터링 기법에 관한 연구”, 서울과학기술대학교 석사학위논문.
- 김동오(2016), “IoT(Internet of things)? IoS(Internet of Safeth)! - 스마트 안전 에이전트를 활용한 IoT 기반 재난대피 혁신-”, 한국철도학회 철도저널, 제19권 6호, pp. 73-82.
- 김동오(2016), “IoT와 AI융합 스마트 인명안전 관리시스템”, 한국철도학회 철도저널, 제21권 1호, pp. 64-71.
- 김민수(2017), “스마트팩토리 적용이 가능한 IOT 연계형 현장스마트운전자 중심의 제어모듈 설계 및 구현에 관한 연구” 서울과학기술대학교 석사학위논문.
- 김상기(2015), “스마트 빌딩 환경 감시를 위한 멀티센싱 모니터링 시스템 개발에 관한 연구”, 서울과학기술대학교 석사학위논문.
- 김선구(2016), “IoT 기술현황과 홈 IoT 기술동향 분석을 통한 홈 IoT 서비스 모델 제시”, 전남대학교 석사학위논문.
- 김성일(2011), “혁신확산이론에 따른 스마트폰 수용의도에 관한 연구 : 스마트폰 미사용자를 중심으로”, 세종대학교 박사학위논문.
- 김영표(2016), “국토정보와 사물인터넷”, LX한국국토정보공사.
- 김자원, 이선화, 노유비, 김상근(2015). “전시공간에서의 비콘 신호 기반 실내 위치 안내 알고리즘” 한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집, pp 231-232.
- 김재호(2014), “ICT 기술을 적용한 재난 방재시스템 기술동향”, 한국조명·전기설비학회, 제28권, 5호, pp. 42-47.
- 김정선(2015), “혁신기술로서의 빅데이터 국내 기술수용 초기 특성 연

- 구”, 이화여자대학교 박사학위논문.
- 김창수(2014), “스마트센서 기술 동향”, 전자과학,  
<http://www.elec4.co.kr/article/articleView.asp?idx=7276#>.
- 김하중(2017), “IoT를 활용한 물리적 보안 강화 아키텍처”, 건국대학교 석사학위논문.
- 김형근, 이종필, 하태영, 이주원. (2012) “항만에서의 재난 및 재해 영향과 대응방안 연구”, 연구보고서.
- 김호원(2018), “사물인터넷 기술 소개”, 부산항만공사 강의자료.
- 노다하지메, 노상태(2018), “건설·시설분야의 IoT/ICT와 AI의 활용”, 대한설비학회 설비저널, 제47권 9호, pp. 86-93.
- 노수성(2014), “스마트디바이스 기반 공원 시설물 관리 효율화 방향에 관한 연구”, 성균관대학교 석사학위논문.
- 노윤택(2010), “지능형 도시 시설물의 모니터링을 통한 U도시 성능평가 방법 연구”, 성균관대학교 석사학위논문.
- 현병철(2017), “대구시의 IoT 기반 교량·건축물 안전관리시범사업 추진”, 대구광역시 안전관리과, 대구광역시 보도자료.
- 명승일·이혜선·이학준·이강복(2018), “IoT 기반 재난예방 및 안전 모니터링 기술”, 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 Vol. 30, No. 1, pp. 101-110.
- 박민철(2016), “스마트 도시환경 기반 재난안전플랫폼 비즈니스모델에 대한 연구”, 홍익대학교 석사학위논문.
- 박세환, 박종규(2014), “사물인터넷의 기술 및 시장 분석을 통한 산업 활성화 방안”, 한국기술혁신학회 추계학술대회, pp. 85~91.
- 박재운(2016), “사물인터넷 기반 실내 환경 관제시스템에 관한 연구”, 동신대학교 석사학위논문.
- 서상문(2017), “서울도시철도 실시간 모니터링 시스템에 관한연구”, 서울과학기술대학교 석사학위논문.
- 왕이광(2016), “사물인터넷(IoT) 기술을 활용한 시설물 시스템 개발에 관

- 한 연구”, 건국대학교 석사학위논문.
- 유지송(2015), “도시시설물 센서정보 활용방안에 관한 연구”, 안양대학교 석사학위논문.
- 윤진(2017), “소방시스템의 IoT 기술 적용에 따른 성과분석 연구”, 서울시립대학교 석사학위논문.
- 은동신(2007), “항만건축물 시설기준에 관한 연구”, 연세대학교 석사학위논문.
- 이승민(2017), “제4차 산업혁명의 전개와 센서산업”, 정보통신산업진흥원, 이슈리포트 2017-제11호.
- 이영호, 방선배, 윤영진(2017), “사물인터넷 기반의 지능형 전기화재 예방 서비스모델 분석”, 서비스경영학회지, Vol. 18, No. 5, pp. 111-132
- 이정민(2014), “사물인터넷의 국내외 주요 적용사례 분석과 시사점”, KDB 산업은행, 한국방송통신전파진흥원.
- 이정준, 권형남, 이행준, 신은경, 김진이(2015), “공공시설물의 효율적 운영 방안 연구”, 서천군 용역보고서, (사)새시대산업지식연구원.
- 이정화(2015), “항만시설물 안전 및 유지보수 관리 개선요인에 관한 연구”, 인천대학교 석사학위논문.
- 이종호(2016), “도로시설물 실시간 유지관리를 위한 원격모니터링시스템 개발”, 충북대학교 석사학위논문.
- 이준필(2016), “해운항만기업의 빅데이터 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”, 한국해양대학교 석사학위논문.
- 이충산(2016), “사물인터넷에서 초음파 센서와 블루투스 통신을 이용한 스마트 주차 시스템”, 강원대학교 석사학위논문.
- 임광수(2018), “국제여객터미널 서비스 품질에 관한 실증연구”, 한국해양대학교 석사학위논문.
- 임두현(2016), “스마트도시 지능화시설의 다부처간 연계활용을 위한 통합 관리 방안” 경성대학교 석사학위논문.
- 전황수(2016), “국내외 공공부문에서의 IoT 적용 사례”, 정보통신기술진

홍센터, 주간기술동향보고서.

정재우(2006), “공공시설물 안전관리를 위한 정부 역할에 관한 연구” 동의대학교, 석사학위논문.

조호정(2008), “공공시설물과 유니버설 디자인 요소의 상관관계에 관한 연구” 홍익대학교 석사학위논문.

주대영, 김중기(2014), “초연결시대 사물인터넷(IoT)의 창조적 융합 활성화 방안”, 산업연구원 ISSUE 보고서.

최차환(2016), “국토정보와 사물인터넷”, 한국국토정보공사.

## 국외 문헌

Bakici, T., Almirall, E., and Wareham, J.(2013), “A smart city initiative: the case of Barcelona”, Journal of the Knowledge Economy, Vol. 4 No. 2, pp. 135-148.

Christoph Zott, Raphael Amit, Lorenzo Massa(2011), “The Business Model: Recent Developments and Future Research”, Journal of Management, Vol. 37, No. 4, pp. 1019-1042.

Cisco(2016), “Harnessing the Internet of Things for Global Development”, pp. 5-47.

Data Center Knowledge (2013), “ARM Brings the Internet of Things To Life On Its Campus”. CISCO, <http://www.cisco.com>.

D.H. Kim, S.W. Yoon, and Y.P. Lee(2013), “Security for IoT Services, “Journal of Korea Communications Society (Information and Communication), Vol. 30, No. 8, pp. 53-59.

Han, J. H. and Lee, S. H.(2013), “Planning Ubiquitous Cities for Social Inclusion”, International Journal of Knowledge Based Development, Vol. 4 No. 2, pp. 157-172.



- Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, Marimuthu Palaniswami(2015), "Internet of Things(IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions", Future Generation Computer Systems, Vol. 29, pp. 1-19.
- L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito(2010), "The Internet of Things: A Survey", Comput. Netw., Vol. 54, No. 15, pp. 2787-2805.
- Matt Hamblen(2018), "Port of Rotterdam on course for self-driving ships by 2030", <https://www.smartcitiesworld.net>.
- Peter Middleton, Peter Kjeldsen, Jim Tully(2013), "Forecast: The Internet of Things, Worldwide, 2013", Gartner.
- Roberto Minerva, Abyi Biru, Domenico Rotondi(2015), "Towards a definition of the Internet of Things(IoT)", IEEE, pp. 1-86.
- Rune Elvik(1997) "Evaluations of road accident blackspot treatment : A case of the Iron law of evaluation studies", Accident Analysis and Prevention, Vol. 29, No. 2, pp. 191-199.
- Somayya Madakam, R. Ramaswamy, Siddharth Tripathi(2015), "Internet of Things(IoT): A Literature Review", Journal of Computer and Communications, pp. 164-173.

## 기타 문헌

- 권동준(2017), "우체국 시설물, 사물인터넷(IoT)으로 관리한다.", 전자신문, <http://m.etnews.com/20170320000227>.
- 김동규(2017), "SR 수서역 실내공기 IoT로 스마트하게 관리", 연합뉴스, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20171018057400003>.
- 민경식(2013) "사물인터넷(Internet of Things)", NETTerm.
- 여시재(2017), "스마트시티 & virtual singapore", Dassalt.

- 이대훈(2015), “IoT 시대를 촉진하는 스마트센서”, SK주식회사,  
<https://skccblog.tistory.com/2177>.
- 조남욱(2014), “핸디소프트, 사물인터넷(IoT) 플랫폼 ‘HANDYPIA’ 발표,  
DailyGrid.
- 한국정보통신기술협회 용어사전, “제4차 산업혁명”  
<http://terms.tta.or.kr/dictionary>.
- hswon(2017), “도시를 수치화 하다: 시카고의 ‘Array of Things’”  
<http://www.sphinfo.com/array-of-things/>.
- IBM KOREA 블로그(2018), “IoT로 세계에서 가장 스마트해진 로테르담  
항구”, [https://blog.naver.com/ibm\\_korea/221235789596](https://blog.naver.com/ibm_korea/221235789596).
- SK hynix 블로그(2016), “똑똑해지는 우리의 도시 라이프, 스마트 시  
티!”, <http://blog.skhynix.com/1973>.



## 감사의 글

2017년 한국해양대학교 글로벌물류대학원 해운항만물류학과에 입학하여 2018년 겨울이 오기까지 짧다면 짧고 길다면 긴 시간 마지막 결실로 이 논문을 완성할 수 있도록 도와주신 분들께 감사의 글을 올리하고자 합니다.

단풍이 곱게 물들어가던 2018년 어느새 가을은 다가왔고 걸음마를 때는 어린아이를 돌보 듯 논문 주제 선정에서부터 목차, 논문작성법 등 하나부터 열까지 전 과정에서 관심과 열정으로 지도해주신 장명희 교수님께 가장먼저 감사의 말씀을 올립니다. 또한 부족한 논문이 점점 완성될 수 있도록 애정으로 세심하게 검토해주신 이장세 교수님과 논문의 완성도를 높이기 위해 힘써주신 김태균 논문위원장님께도 함께 감사의 말씀 올립니다.

그리고 해운항만물류학과와 바쁘신 일정에도 불구하고 논문지도와 따뜻한 장소를 제공해주신 신영란 교수님, 인자하게 웃어주시는 김환성 교수님, 필요한 조언을 통해 이끌어주시는 김울성 교수님께도 감사드립니다.

더불어 고통은 나누면 반으로 준다는 것을 온몸으로 느끼게 해준 우리 24기 동기님들과 함께 이 산을 넘을 수 있어 영광이었고 또한 이 논문이 완성되기까지 물심양면으로 응원해주신 해운항만물류학과 이우조, 정주혜, 임광수, 임상조, 강진호, 김윤미, 류영수, 이원용, 강석환, 수하, 그웬 등 많은 선후배님들께도 감사드립니다.

다사다난했던 2018년도에 회사가 바쁨에도 불구하고 공부할 수 있도록 여건을 만들어 주신 이진찬 부장님, 이충우 후배님, 윤종혁 과장님 등 회사직원분들께도 진심으로 감사드립니다.

끝으로, 논문을 핑계로 집에 신경을 못써주었지만 언제나 가장 가까이에서 응원해주고 배려해준 아내 김태영, 재미있게 놀아주지도 못하고 많이 부족한 아빠에게 오히려 힘이 되어 주는 비타민 같은 두 아이 김은호, 김지은, 멀리서 지켜봐주시는 부모님께 항상 감사의 마음을 전하고 싶습니다. 이 논문이 완성되기까지 도와주신 모든 분들께 다시 한번 감사드립니다.

김재경 올림